

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**POSTUP VELKOSTROJŮ V RIZIKOVÝCH
ZÓNÁCH NA DOLE BÍLINA**

**Bucket-Wheel Excavator's practice in the risk
zones of the Mine Bilina.**

Diplomová práce

Autor:

Bc.Václav Pilný

Vedoucí Diplomové práce:

Ing. Jindřich Šancer, Ph.D

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Václav Pilný**
Studijní program: **N2111 Hornictví**
Studijní obor: **2101T008 Hornické inženýrství**
Téma: **Postup velkostrojů v rizikových zónách na Dole Bílina**
Bucket-Wheel Excavator's practice in the risk zones of the Mine Bilina

Zásady pro vypracování:

Úvod

- 1) Stručná charakteristika území
- 2) Kategorizace rizikových zón
- 3) Typy velkostrojů nasazených v rizikových zónách
- 4) Možnosti predikce rizikových zón
- 5) Vlastní návrhy těžby v rizikových zónách

Závěr

Doporučený rozsah práce: 30-35 stran textu, 5-10 příloh.

Seznam doporučené odborné literatury:

KRYL, V. a kol.: *Povrchové dobývání ložisek*. ES VŠB-TU Ostrava, Ostrava 1997, ISBN 80-7078-396-6.
HOJDAR, J., HELEBRANT, F., GONDEK, H.: *Povrchové dobývací stroje I. (1. a 2 část)*. VŠB-TU Ostrava, 1991 a 1993.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jindřich Šancer, Ph.D.**


Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013





prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval (a) samostatně a uvedl (a) jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl (a) jsem byl seznámen (a) s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commonsem Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě 30. 4. 2013

Bc. Václav Pilný

ANOTACE

Složitá geologická stavba Dolu Bílina přináší komplikace při těžbě skrývkových hmot, a proto je nutné zabezpečit postup velkostrojů v rizikových zónách tak aby nedocházelo k dalším nehodám tak jako v minulých letech.

V předkládané diplomové práci je popsána kategorizace rizikových zón spolu s popisem velkostrojů a nehod způsobené těžbou v těchto zónách, a dále možnosti předcházení rizik pomocí geotechnického monitoringu a následné stanovení postupu při těžbě.

Klíčová slova: riziková zóna, velkostroj, skrývkový řez

SUMMARY

Complex geological structure Mine Bilina create complications in mining overburden materials, and therefore it is necessary to secure progress in risk zones bucket – wheel excavator's so as to avoid further accidents as in past years.

In this thesis describes the categorization of risk zones along with a description of bucket – wheel excavator's and accidents caused by mining in these areas, as well as options to help prevent the risk of geotechnical monitoring and follow a procedure for the extraction.

Keywords: risk zone, excavator, stripping cut

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČBÚ	Český báňský úřad
ČR	Česká republika
DB	Doly Bílina
DPD	Dálková pásová doprava
GtGP	Geotechnicko-geologický profil
OMG	Oddělení měřictví a geologie
OPM	Odbor péče o majetek
OVP	Opatření výrobního ředitele
OZL	Opatření závodního lomu
PD	Pásový dopravník
PS	Poháněcí stanice
PV	Předávací vůz
RZ	Riziková zóna
TR	Technický režim
VS	Vratná stanice

Cizojazyčné zkratky

GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet Radio Service
SW	Software

Použitý systém značení dobývacích strojů:

Např. K 2000.1/101

K 2000	typ rýpadla
1	výrobní číslo rýpadla
K 101	revírní číslo rýpadla přidělené báňským úřadem
KK	klasické konstrukce

Obsah

ÚVOD.....	1
1 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ	2
1.1 Poloha ložiska	2
1.2 Geologie mostecké pánve.....	2
1.3 Stratigrafická charakteristika a vznik ložiska	3
1.4 Petrografická charakteristika ložiska	4
1.5 Hydrogeologická charakteristika ložiska	6
1.6 Báňsko – technické podmínky k dobývání	7
2 KATEGORIZACE RIZIKOVÝCH ZÓN.....	9
2.1 Legislativa	9
2.2 Stanovení tvaru svahů skrývkových řezů - výška, sklon a postup řezů	9
2.3 Kategorizace RZ	11
2.4 Měření a stanovení rizikového faktoru.....	12
2.5 Vyznačování rizikových zón.....	17
2.6 Sledování poloh rýpadel	18
3 TYPY VELKOSTROJŮ V RIZIKOVÝCH ZÓNÁCH	20
3.1 K 10000/K 74	22
3.2 KU 800.17/K105.....	22
3.3 KK 1300/K 111.....	23
3.4 KU 800.18/K 99.....	24
3.5 KU800.19/98	24
3.6 K 2000.1/K 101	25
3.7 KU 300.13/K 71.....	27
3.8 K 650.3/K 108	27
3.9 Technologie dobývání kolesovým rýpadlem v řezu.....	28
4 MOŽNOSTI PREDIKCE RIZIKOVÝCH ZÓN.....	31
4.1 Měření pomocí inklinometrických vrtů	32
4.2 Monitorování bezjádrového vrtání.....	33
4.3 Odvodňovací vrty	34
4.4 Návrh monitorování skrývkových řezů	34
5 NÁVRH TĚŽBY V RIZIKOVÝCH ZÓNÁCH	36

5.1	Realizace návrhu těžby v RZ	36
5.2	Základní opatření na skrývkových řezech	38
5.3	Doplňková preventivní opatření	40
ZÁVĚR		41
Seznam použité literatury		42
Seznam obrázků		43
Seznam tabulek		44
Seznam příloh.....		45

ÚVOD

Lomové dobývání hnědého uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi bylo za uplynulé období doprovázeno, celo řadou složitých inženýrsko-geologických problémů. S tím je spojena řada rizik a některá z nich lze kategorizovat jako tzv. neovlivnitelná rizika. Takovými riziky jsou na skrývkových řezech DB oblasti porušené tektonickými procesy či výrazně ukloněnými vrstvami.

Ty u lomového dobývání negativně ovlivňují báňské podnikání v mnoha aspektech. Z důvodu sesuvu dochází k dočasnému poklesu plánovaných těžeb, někdy je dokonce nutné přehodnotit původní báňské záměry. To má dopad samozřejmě i do ekonomiky těžby. V neposlední řadě může ohrozit lidské životy a poškodit těžební zařízení. Důkazem toho jsou mimořádné události způsobené skluzy těženého materiálu na dobývací stroje. Do roku 2009 nebyly v technických režimech značeny rizikové zóny, to začalo až s nehodou K 2000.1/ K 101 (viz. Kapitola 3.6).

Cílem této diplomové práce je návrh postupu kolesových rýpadel na skrývkových řezech v rizikových zónách Dolu Bílina.

1 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

V následující kapitole je popsána poloha ložiska, viz příloha č. 1., a dále zde ve stručnosti bude uvedena geologická, stratigrafická, petrografická a hydrogeologická charakteristika ložiska.

1.1 Poloha ložiska

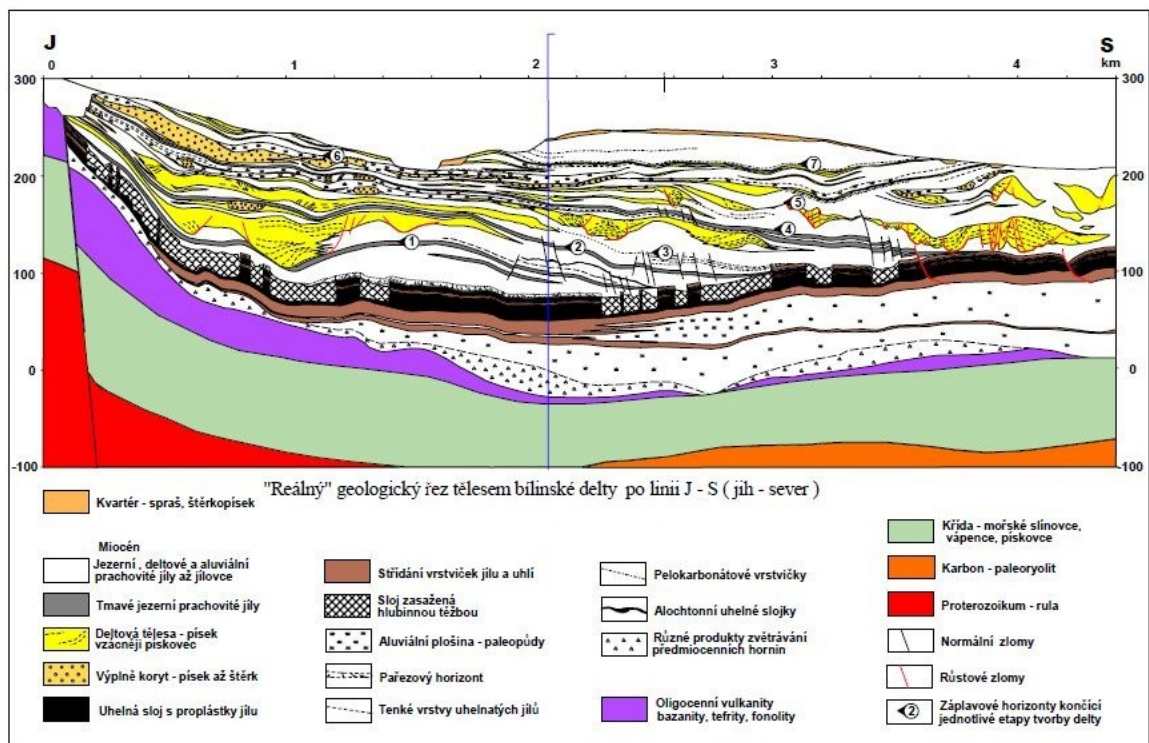
Předmětem těžby je především ložisko Velkolom Maxim Gorkij uvedené ve státní evidenci ložisek pod č. 3075700. Jedná se o ložisko hnědého uhlí v Bílinsko – Duchcovské části Mostecké pánve. Rozkládá se mezi obcemi Bílina, Ledvice, Duchcov, Osek, Mariánské Radčice a Braňany.[1]

Povrchový důl Bílina je se svojí hloubkou přes 200 m nejhlubším dolem v mostecké pánvi. Postup velkostrojů těžících na skrývkových řezech do nejhlubších částí lomu pak vede ke zhoršování báňsko – geologických podmínek dobývání.

1.2 Geologie mostecké pánve

Mostecká pánev (dříve též Severočeská hnědouhelná pánev) je třetihorní pánví, která byla založena v oligocénu. Hlavní fáze vyplňování pánve a vlastní uhlotvorby spadá do období spodního miocénu (stáří 22 – 17 mln. let). Podloží pánevní výplně je proto složeno staršími jednotkami, především proterozoickými rulami a žulorulami, permokarbonskými vulkanity a sladkovodními sedimenty, křídovými mořskými sedimenty a oligocenními vulkanity případně sedimenty.

Zásoby hnědého uhlí jsou soustředěny v hlavní uhelné sloji mocné kolem 30 m, která je souvislá na většině plochy Mostecké pánve s výjimkou neuhelné části tzv. žatecké delty. Uhlonosná část pánevní výplně je řazena k holešickým vrstvám, miocenní podloží sloje k duchcovským vrstvám a nadloží tvoří jílovité vrstvy libkovické a lomské. Souborná mocnost pánevní výplně se pohybuje od 0 do 500 m. Společně tyto vrstvy tvoří mostecké souvrství. Vlivem mladších tektonických pohybů byla značná část pánevní výplně v minulosti erodována. [1]



Obrázek 1- reálný geologický řez tělesem bílinské delty [8]

1.3 Stratigrafická charakteristika a vznik ložiska

Podobně, jako je tomu v případě Mostecké pánve, tvoří nejhlubší a nejstarší podloží ložiska odspodu proterozoické ruly a žuloruly. V severní polovině ložiska jsou proterozoické jednotky proraženy a překryty tělesem teplického paleoryolitu karbonského stáří. Obě tyto jednotky více méně souvisle pokrývají ve vrstvě až 150 m mocné mořské slínovce a pískovce křídového stáří, především středního a svrchního turonu a coniaqu. V severozápadní části ložiska byly křídové sedimenty erodovány patrně v oligocénu. Nesouvislý pokryv až 80 m mocný vytvářejí na křídových horninách produkty oligocenního vulkanizmu ve značném stupni postižení subtropickým zvětráváním, řazené ke střezovskému souvrství. Jedná se většinou o tefrity, bazanity, fonolity v podobě lávových proudů, lakolitů, výplní přírodních kanálů a žil a jejich tufy případně tufity v podobě více či méně nesouvislých vrstev. Zejména elevace oligocenních erozních zbytků sopečných těles v podloží výrazně ovlivňují stávající reliéf sloje, samozřejmě spolu s tektonickými poruchami. Nejvýraznější je tzv. elevace Albert v jižní části ložiska, tvořená znělcovou výplní centra rozsáhlé diatremy. Lokálně ovlivňují kvalitu a mocnost sloje

zejména v její spodní části elipsovitě uzavřené deprese, často prokázané maarové struktury. Větráním vulkanických a křídových hornin v oligocénu a posléze i ve spodním miocénu vznikly až několik desítek mocné vrstvy svahových jílovcových drob jílu a tufitů, s nimiž se během spodního miocénu počala prolínat sedimentace říční. Produktem tohoto režimu sedimentace jsou jílovcové droby, písky a jílovce duchcovských vrstev.

Říční sedimentace plynule přešla v sedimentaci holešických vrstev v uhlotvorném močálu, který se v závěrečných stadiích svojí existence rozšířil na plochu daleko překračující areál dnešního ložiska. Během tohoto stadia vznikl prekursor uhelné sloje – vrstva slabě kompakované rašeliny. Následným vpádem řeky od jihovýchodu byl uhlotvorný močál postupně zanesen až 150 m sedimentů říční delty (bílinská delta písky + jíly). Synsedimentární gravitační procesy způsobily vznik severního omezení ložiska - bezeslojného novodvorského pásma a vznik nadložních slojek uhlí a deformovaných úseků hlavní sloje v tzv. Libkovickém poli. Konečný zánik uhlotvorného močálu, spojený se vznikem jezera pokrývajícího celou oblast mostecké pánve přinesl usazení dalších desítek metrů jezerních jílu v podobě libkovických vrstev. Sedimentace dalších vrstev způsobila transformaci rašelinné hmoty v uhlí. Konečným procesem, který ovlivnil úložní poměry ložiska, byly pokračující tektonické pohyby, které přinesly značné vertikální rozčlenění a erozi zejména libkovických a lomských vrstev na velké části ložiska. Tektonickými pohyby vzniklo jižní omezení ložiska – bílinský zlom, zlomy Viktoria a Centrum a řada dalších méně významných zlomů, které rozčleňují jižní část ložiska na výškově diferencované úseky východozápadní orientace. [1]

1.4 Petrografická charakteristika ložiska

Vlastní ložisko je tvořeno souvislou slojí tvořenou hnědým uhlím ve stadiu přeměny (metamorfismu) na hranici orto- a metafáze prouhelnění [2] jež je z hlediska nejnovějších klasifikací řazeno na hranici mezi lignity a „subbituminous coal“ („skoro černé“), [2]. Do tohoto ranku je uhlí řazeno díky poměrně vysokému stavu prouhelnění, který se projevuje relativně nízkým obsahem vody ($W_r^t = 28 \%$), vysokým obsahem uhlíku v hořlavině ($C^{daf} = 71 \%$) a relativně vysokým koeficientem odraznosti ($R_0 = 0,4$). Z hlediska macerátového složení se jedná o uhlí humitové s hlavním zastoupením macerátů skupiny huminitu a nízkým zastoupením skupin liptinitu a inertinitu. Huminit je zastoupen především detritem, v menšině jsou maceráty telinitové a gelinitové povahy. Stupeň gelifikace huminitu je velice proměnlivý, takže např. maceráty vzniklé z dřevité složky – telinity

zaujímají celou plejádu od slabě gelifikovaných textinitů až po zcela gelifikované euulminity. Více gelifikované telinity ovšem převládají. Díky nízkému obsahu macerátové skupiny liptinitu nelze uvažovat o briketování bez dodatečných přísad pojiva. Z hlediska obsahu popela poskytuje uhelná sloj širokou plejádu petrografických typů od čistého jílu přes tzv. carbargility po velmi čisté uhlí s obsahem popela pod 3 %. Sloj je několika výraznými proplásky vertikálně rozdělena na 3 lávky s převažujícím charakterem suroviny. Spodní lávka je tvořena střídáním decimetrových vrstev jílu, uhelného jílu a jílovitého uhlí v celkové mocnosti od 5 do 20 m. Maximálních mocností lávka dosahuje ve střední části ložiska. V severní části ložiska je tato lávka od sloje odštěpena a oddělena mocnou vrstvou jílu a bývá proto mylně označována za tzv. spodní sloj. Střední lávka je tvořena převážně monotónními vrstvami uhlí xyliticko – detritického v celkové mocnosti až 20 m, oddělenými třemi různě výraznými proplásky.

Nejvýraznějším je dvojitý, takzvaný třetinový proplástek. Svrchní lávka ve střední části ložiska chybí. K severu a k jihu postupně narůstá její mocnost (na severu až 3,5 m) a klesá obsah popela od 55 do 25 %. Je tvořena širokou plejádou petrologických typů od čistého jílu po xyliticko – detritické uhlí s obsahem popela kolem 5 %. Od střední lávky je oddělena až 1 m mocným proplátkem zvaným „cvičák“. Od celé uplynulé etapy těžby (od založení VMG v roce 1970) naprostá většina uhlí bude těžena na ploše, kde neproběhlo dobývání uhlí hlubinným způsobem a přírodní úložné poměry sloje tak budou narušeny minimálně. Příznačným je také fakt, že do těžby bude zahrnuta značná část nebilančních zásob v severní, synsedimentárně deformované vyzdvižené části uhelné sloje na rozhraní s tzv. novodvorským a libkovickým polem.

Nadloží ložiska tvoří hlavně sedimenty bílinské delty (holešické vrstvy) o mocnostech až 150 m. Z hlediska architektonické skladby je těleso bílinské delty tvořeno složitým komplexem vrstev jezerních a prodeltových jílu střídajících se s plošně lalokovitými dílčími deltovými tělesy, často synsedimentárně deformovanými a pasovitými písčítými výplněmi pravěkých koryt doprovázenými pasy jemných povodňových usazenin. Z petrologického hlediska se jedná o souvislou škálu klastických hornin od jílu přes silně prachovité jíly, písčité jíly, a písky až po štěrky. Vzácností nejsou ani jejich diageneticky zpevněné varianty v podobě jílovců, prachovců, pískovců a sideritovců (pelokarbonátů). Přesný poměr jednotlivých složek není v současné době přesně vyčíslitelný, ale soudě z dosavadních výsledků těžby lze zhruba odhadnout, že

hrubá klastika (písky a štěrky) budou zaujímat kolem 25 % a převaha bude patřit klastikům jemným, hlavně prachovitým jílům různého typu. Jílovitá složka je tvořena illitem, kaolinitem a fyzikálním jílem (křemenné částčky), prachovitá složka křemennými prachovými zrnky. Diageneticky zpevněné polohy se vyskytují v celém profilu deltových sedimentů, zvýšená koncentrace je však zřetelná v oblastech do 50 - 70 m nad hlavou uhelné sloje. Diageneticky zpevněné horniny obsahují různé množství cementujícího materiálu (u jílovců a pelokarbonátů je to siderit nebo ankerit, u pískovců dolomit). [1]

1.5 Hydrogeologická charakteristika ložiska

Vodonosné kolektory v nadloží ložiska jsou tvořeny desítkami dílčích, vzájemně hydraulicky nesouvisajících zvodní v jednotlivých tělesech deltových vějířů a výplní říčních koryt. Plošné rozměry těchto dílčích kolektorů se pohybují od tisíců do milionů m². Na většině plochy, vyjma jižních svahů lomu, tělesa zvodní zapadají ve směru postupu lomu, takže pouze část z nich je odvodňována do lomu. Bariéra „H“, zabezpečuje odvodnění části nadložních písčitých kolektorů hojně rozmístěných v oblasti, především v jeho jižní části západně od elevace Albert, kde je momentálně nasycenost vodou téměř 100 %. V provozu je čerpací, posléze převrtaný na svodový vrt H2 a svodový H1, následně pak svodové vrty H5 a H6 a čerpací H3 a H4. V roce 2009 byly nově zbudovány a zprovozněny další dva svodové vrty H7 a H8 a dva čerpací vrty H9 a H10.

V prostoru likvidovaných vrtů bariéry G (G13, G14, G15) byl proveden svodový vrt do chodby dolu Venuše (SV1/2009), který bude zbytkovou vodu z tohoto prostoru svádět směrem do lomu. Další tři svodové vrty byly vyvrtány přímo na ploše lomu (SV1/2008 a SV1/2007 a SV2/2009). Voda ze všech těchto svodových vrtů vytéká ve střední části lomu z důlních chodeb, které jsou v kontaktu jak se severní částí dolového pole Mír tak s polem Venuše v jižní části dolu. V roce 2003 zbudovaným pozorovacím vrtem LB278 byl zjištěn pozvolný nárůst hladiny podzemní vody v severozápadní části nadloží ložiska, způsobený likvidací vrtného odvodňovacího systému hlubinného dolu Kohinoor, provedeného v rámci likvidace tohoto dolu.

Je tudíž zjevné, že i původně odvodněné nadložní kolektory se budou postupně zavodňovat. Tento stav je monitorován systémem vrtů řady KO-1 až KO-10. Vzhledem k tomu, že hladina vody v dolovém poli Venuše, kterou má systém sledovat, poklesla na úroveň přepadu do lomu Bílina, všechny tyto vrty momentálně rovněž fungují jako vrty svodové a odvádějí vodu nadložních kolektorů, kterými prochází do jámy lomu Bílina. Ke

konci životnosti lomu začne být velmi aktuální problém plaviště Venuše v bývalém povrchovém dole Nové pole v jihozápadní části ložiska. Samotné plaviště se nachází těsně za hranicemi plánované hornické činnosti, avšak je prokázána komunikace písčitých těles, která již budou částečně zasahovat do skrývkových řezů lomu, s vodní hladinou v tomto plavišti a postupný nárůst hladiny v těchto původně zcela odvodněných tělesech, sledující nárůst hladiny v plavišti.

Výtoky vod z těchto těles do lomu mohou bez realizace vhodných opatření způsobit narušení stability jihozápadní části 1. a 2. skrývkového řezu lomu. Druhou, ovšem relativně souvislou zvodní, je systém chodeb a závalových ploch, vzniklých historickým hlubinným rubáním v uhelné sloji. Tyto zvodně jsou průběžně odvodňovány přímo nafáráním na dně lomu. Momentálně jde o tři relativně nezávislé systémy. V předpolí severní části lomu je to chodební a závalový systém bývalého dolu Kohinoor, v severní části dolu chodební systém dolu Mír a v jižní části předpolí dolového pole dolu Venuše.

Přes fakt, že chodební systémy jsou podle důlních map vybaveny řadou hrází, evidentně dochází ke komunikaci. Momentální výtok ze sdruženého systému Venuše – Mír činí kolem 10 l/sec. Přepad mezi revíry Mír a Venuše se nachází v oblasti „venušského kříže“ zhruba na kótě 57 m n. m. a směrem na západ bude postupně klesat. Totéž se týká chodebního systému v severní části bývalého dolu Mír, který se nachází převážně na kótách kolem 30 – 50 m n. m.

Přes relativní oddělenost revíru uzavřeného dolu Kohinoor od ploch, které se předpokládají k těžbě, existuje propojení přes puklinové systémy ve sloji, zejména do oblasti dolu Venuše a s ohledem na projekt odvodňovací bariéry I je potřeba nadále zajistit odvodňování pole dolu Kohinoor minimálně na úroveň nižší, než jsou plánované postupy lomu Bílina. K tomuto účelu je potřeba zajistit po celé období čerpání stařinové zvodně na jámě Kohinoor, tak jak je tomu doposud.[1]

1.6 Báňsko – technické podmínky k dobývání

Mimořádná obtížnost dobývacích podmínek, která charakterizuje lom Bílina, má v podstatě dvě příčiny. Jednak složité přírodní podmínky v geologické a hydrogeologické stavbě území a dále pozůstatky po minulé hlubinné hornické činnosti v převážné části dolového pole. Z geologických podmínek je to především místně velmi proměnlivá stavba uhelné sloje. Postup lomu v minulých letech překonal několik oblastí s nepravidelným

vývojem sloje (např. oblast tzv.Amálského zmocnění, Heřmanskou poruchu s bezeslojovým pásmem). V dalším postupu podél tektonických poruch tzv. Bílinského zlomu je v předpolí lomu další výrazná tektonická porucha zlom Viktória. V dnešní době je na lomu relativně méně lidí, je zde ale o to více strojů, těžební a dopravní techniky.

Řadu úrazů a nehod lze zařadit do kategorie „rizika hornického povolání“. Ve většině případů jsou však příčiny daleko konkrétnější. Podceňuje se nebezpečí z přírodních podmínek, zejména sesuvů a pádů velkých bloků z řezu. V přehledu jsou uvedeny významnější mimořádné události tak, jak se udály v jednotlivých letech způsobené pádem či sesuvem zemin. [3]

1978 – KU 800.1/K59 : Prasklá kolesová hřídel, poškozená kabina řidiče a pohon kola způsobené sesuvem zeminy v řezu

1980 – K 1000/K30 : Od čelního skluzu byla zdeformovaná část kolesového výložníku

1985 – K 1000/K 30, K36: Obě rýpadla poškozena skluzem

2007 – K 2000.1/K 101: Sesuv z bočního svahu způsobil utržení kabiny řidiče

2009 – K 2000.1/K 101: Skluz čelního svahu způsobil ojedinělou poruchu – posunutí horní stavby o 180 mm.(obr. 16)

2010 – KU 800.19/K 98: Rozvolněné bloky z čelního svahu zasáhly přední část kola a kolesového výložníku (obr. 9)

2011 – KU 300.13/K 71: poškození kabiny řidiče a kolesového výložníku (obr. 17)

2 KATEGORIZACE RIZIKOVÝCH ZÓN

2.1 Legislativa

Všeobecná bezpečnostní ustanovení jsou obsažena především v následujících zákonech. Zákonu č. 44/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Horní zákon), č. 61/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Zákon o hornické činnosti), č. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Zákoník práce), č.309/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), dále ve vyhlášce ČBÚ č. 26/1989 Sb. v aktuálním znění., ČSN a vnitřních řídicích aktech SD a.s.

Celé souvrství nadložních sedimentů lomu Bílina (skrývka) je z pohledu geomechanických vlastností a chování horninového prostředí při změnách jeho napěťodeformačního stavu považováno za zeminy a stabilitní problematika svahů skrývky v tomto prostředí je proto řešena v souladu se zněním odstavce 2 vyhlášky ČBÚ č.26/1989 Sb. § 33.34,35.

2.2 Stanovení tvaru svahů skrývkových řezů - výška, sklon a postup řezů

Ve smyslu vyhlášky ČBÚ č.26/1989 Sb. § 35 platí:

1) Výška a sklon řezů musí být určeny

a) u zemin při výšce řezu nad 6 m podle mechanických vlastností a podle parametrů dobývacích strojů,

b) u hornin podle geologických poměrů ložiska, dobývací metody, parametrů dobývacích a nakládacích strojů. Přitom výška řezu nesmí přesahovat výškový dosah dobývacího stroje.

2) Stupeň bezpečnosti řezu zemin musí být nejméně

a) 1,2 u soudržných zemin,

b) 1,1 u nesoudržných zemin,

c) 1,3 u řezů trvalého charakteru (bočních a konečných závěrných) a u řezů, na nichž jsou umístěny dopravní trasy a jiná zařízení.

3) Při nepředvídané změně mechanických vlastností zeminy v řezu, která vyvolá snížení stupně bezpečnosti, se mohou práce provádět jen za zvláštních opatření určených organizací.

- 4) Do výšky řezu se započítávají i hřebeny vytvořené provozem rypadel.
- 5) Postup dobývání proti úklonu vrstev a v dosahu sypaných nebo plavených hmot musí být určen na základě výpočtu bezpečnosti proti ujetí vrstev a hmot.
- 6) Při dobývání hornin pomocí trhacích prací nesmí být výška řezu vyšší než 25 m. Toto neplatí pro dobývání komorovými odstřely.
- 7) Pokud při dobývání pomocí trhacích prací bude, rozval vyšší než 1,4násobek výškového dosahu nakládacího stroje, musí být pro nakládání vypracována provozní dokumentace.
- 8) Je zakázáno podkopávat nebo podlomovat řezy.

V následujících odstavcích uvádím tabulky obecných závislostí sklonu svahu na jeho výšce pro různé geotechnické podmínky dané různou litologickou stavbou svahů a různou dobou trvání (dočasné a trvalé – ve smyslu [4])

V tabulkách je pro označení minimálního stupně, resp. stupně (koeficientu) bezpečnosti používán symbol F_s , i když v některých posudcích je používána symbolika pro tento stupeň bezpečnosti (koeficient) odlišná. Pro stanovení závislosti sklonu svahu skrývky na jeho výšce, trvalého a dočasného charakteru, jsou použity závěry posudku z geotechnických podkladů pro POPD. Ve výpočtech byly uvažovány smykové parametry převzaté z dřívějších stabilitních posudků. [5], [6]

Po geologické stránce se 1. řez lomu Bílina pohybuje většinou v regulační zóně nadložních jílu (libkovické vrstvy) se zbytky kvartérního pokryvu (zčásti sprašové hlíny, zčásti aluviální šterkopísky). V jižní části jsou dnes těženy antropogenní zeminy Teplické výsypky. Řezy spodnější jsou tvořeny klasickými písčitými jíly až jílovitými písky. Všechny zeminy považujeme za soudržné.

Tabulka 1 - Závislost sklonu svahu na jeho výšce pro 1. řez tvořený libkovickými vrstvami [5]

výška svahu [m]	$F_s = 1,2$ ($r_u = 0$)		$F_s = 1,3$ ($r_u = 0,1$)		geomechanické parametry
	úhel	1 : x	úhel	1 : x	
15	51,88°	1 : 0,79	41,80°	1 : 1,12	$\gamma_n = 19,0 \text{ kN.m}^{-3}$ $\varphi' = 13^\circ$ $c' = 40 \text{ kPa}$
20	37,71°	1 : 1,29	30,01°	1 : 1,73	
25	30,76°	1 : 1,68	24,34°	1 : 2,21	
Max. 30	26,60°	1 : 2,00	21,02°	1 : 2,60	

F_s – Stupeň bezpečnosti

γ_n - objemová tíha

φ' - úhel vnitřního tření

c' - součinitel soudržnosti

r_u - součinitel pórového tlaku

pro provozní (krátkodobé) svahy..... $r_u = 0$ (suchý svah),

pro konečné (dlouhodobé) svahy..... $r_u = 0,1$ (částečně zvodnělý svah)

Tabulka 2 - Závislost sklonu svahu na jeho výšce pro 1. řez tvořený Teplickou výsypkou [5]

výška svahu [m]	$F_s = 1,2$ ($r_u = 0$)		$F_s = 1,3$ ($r_u = 0,1$)		geomechanické parametry
	úhel	1 : x	úhel	1 : x	
15	20,12°	1 : 2,73	16,17°	1 : 3,45	$\gamma_n = 19,0 \text{ kN.m}^{-3}$ $\phi' = 12^\circ$ $c' = 15 \text{ kPa}$
20	17,37°	1 : 3,20	14,13°	1 : 3,97	
25	16,02°	1 : 3,48	12,90°	1 : 4,37	
Max. 30	15,15°	1 : 3,69	12,23°	1 : 4,61	

Tabulka 3 - Závislost sklonu svahu na jeho výšce pro jednotlivé spodnější řezy 2 až 6 [5]

výška svahu [m]	$F_s = 1,2$ ($r_u = 0$)		$F_s = 1,3$ ($r_u = 0,1$)		geomechanické parametry
	úhel	1 : x	úhel	1 : x	
15	90,00°	1 : 0,00	77,93°	1 : 0,21	$\gamma_n = 20,0 \text{ kN.m}^{-3}$ $\phi' = 20^\circ$ $c' = 50 \text{ kPa}$
20	75,14°	1 : 0,27	49,88°	1 : 0,84	
25	50,36°	1 : 0,83	41,10°	1 : 1,15	
Max. 30	44,31°	1 : 1,03	35,78°	1 : 1,39	

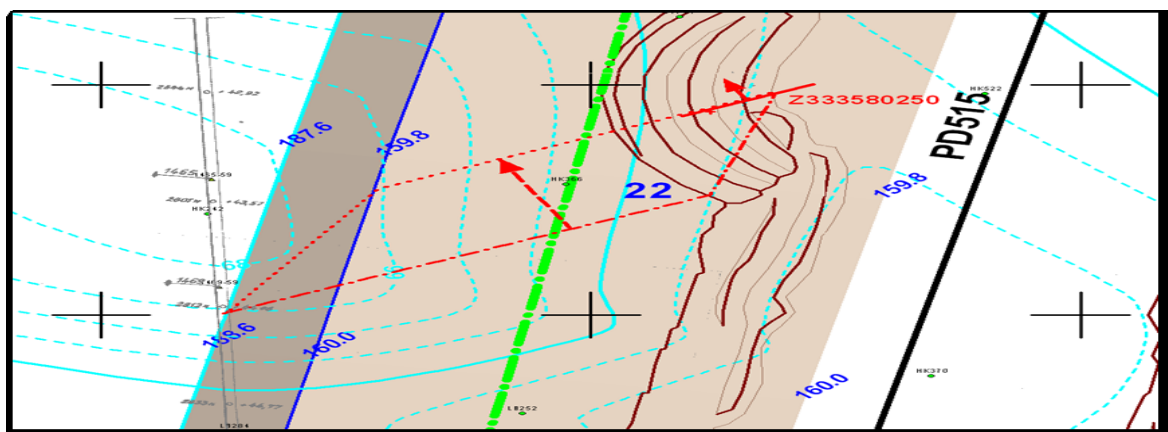
2.3 Kategorizace RZ

Jednou ze zhoršujících podmínek v dobývání velkostrojů je těžba v tektonicky porušených oblastech a na řezech s výraznými úklony vrstev. Původní uložení zemin na skrývkových řezech bývá vlivem horotvorných jevů narušeno řadou plastických a křehkých deformací. Tektonické poruchy jsou křehké deformace spojitosti zemské kůry. Při křehké deformaci zemské kůry dochází k porušení souvislosti masivu, ke vzniku horizontálního posunu, přesmyku, poklesu, což se projevuje vznikem zlomů projevujícím se puklinami, tektonickými ohlasy, kliváží, vznikem tektonických brekcí a zlomových zón. Mezi plastické deformace zahrnujeme vznik vrás a vznik výrazně ukloněné vrstevnatosti. Oblasti narušené tektonickými poruchami, vrásněním nebo výraznými úklony vrstev, zvodněním vrstev, případně jinými geologickými jevy, které mohou způsobit zhoršení dobývacích podmínek a mohou představovat riziko pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci a bezpečnost provozu, nazýváme rizikovými zónami.

Kategorizace rizikových zón vychází v případě tektonických poruch především z charakteru zlomové plochy, úhlu úklonu zlomu, z orientace směru zlomu ke směru postupu velkostroje a z výšky řezu. Nízké riziko představují zlomy s hodnotou rizikovosti menší než 30, střední riziko představují zlomy s hodnotou rizikovosti mezi 30 až 90, vysoké riziko představují zlomy s hodnotou rizikovosti vyšší než 90. Rizikové zóny se určují pro rizikovost vyšší než 30. Nejrizikovější jsou hlavní zlomové linie s úklonem 41° - 50° kolmé k ose postupu velkostroje na řezech s výškou 25 – 30 m. Ostatní rizikové faktory, zejména plochy se zvýšeným úklonem vrstev větším jak 5° směrem k rýpadlu nebo s rizikem intenzivního výtoku vody z kuřavkové vrstvy, nejsou dále podrobněji kategorizovány a jsou automaticky řazeny mezi rizikové zóny.

2.4 Měření a stanovení rizikového faktoru

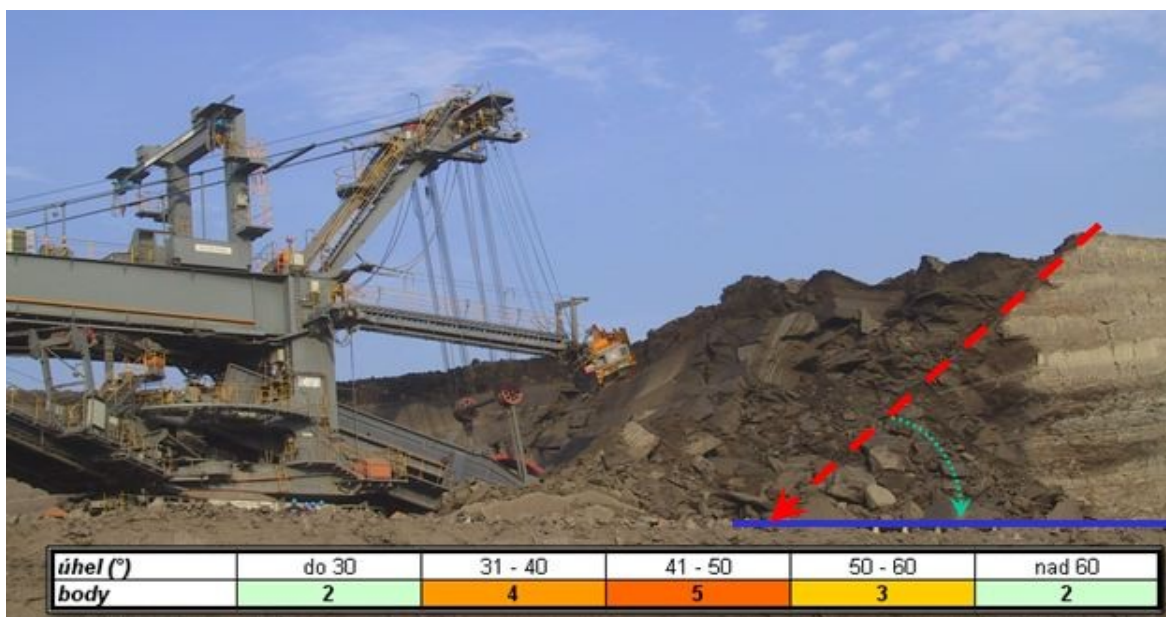
Ve spolupráci s externí firmou GeoTec-GS, a.s. se provedl rozbor rizikovosti různých typů geologických porušení řezů a byla vypracována studie s pracovníky geologického ústavu České republiky o výskytu jednotlivých rizik v závislosti na jiných geologických strukturách na ložisku a společně se navrhl systém vyhodnocování rizikových faktorů. Měření probíhá in situ na stěně řezu kde je viditelný zlom či jiná tektonická porucha, nebo výrazně ukloněné vrstvy. Technik z OMG si část poruchy začistí a tuto plochu si změří pomocí geologického kompasu. Pak si pomocí GPS zaměří polohu prováděného měření a to je ve výsledku označeno značkou na mapě s číselným vyjádřením parametrů měření. Zlomové struktury jsou na mapě zobrazovány červenou barvou. Vlastní zlom je vyznačen spádnicí se šipkou, která spojuje čerchovanou stopu zlomu na terénu a tečkovanou stopu zlomu na postupu vznikající plošině (obr. 2).



Obr. 2 – Zobrazení zlomu s číslem rizika na mapě GtGP [8]

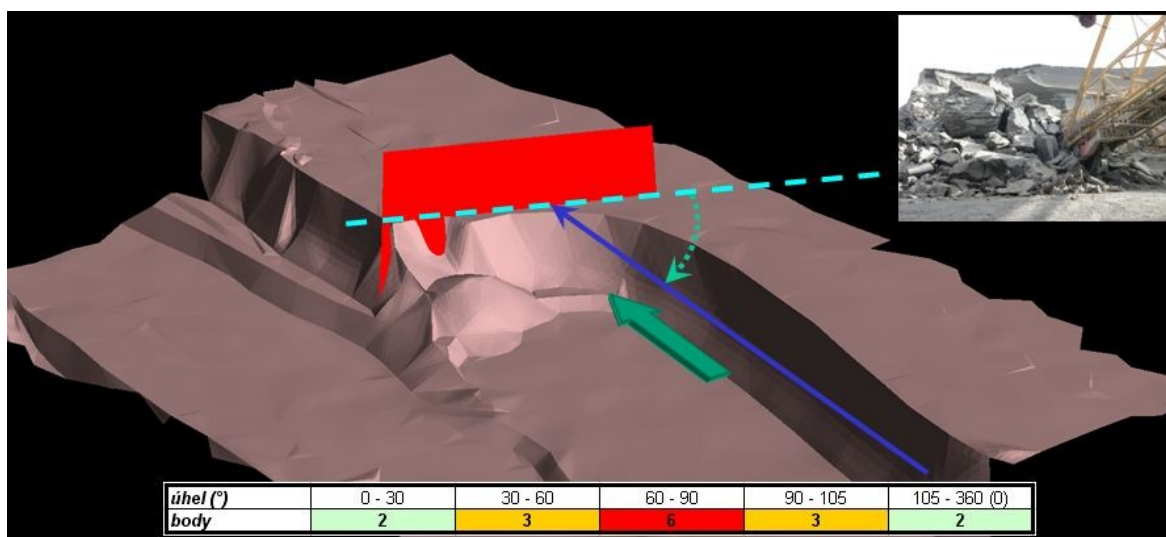
Modré číslo určuje míru rizikivosti zlomu vznikající plošině. Na základě těchto informací se v počítači vytvoří simulace postupu a promítnutí tohoto měření ze stěny řezu do celého bloku.

Pro stanovení stupně rizikivosti dané poruchy vůči postupu velkostroje nám celková analýza ukázala, že nejdůležitější jsou dva faktory. První faktor je úhel úklonu zlomu či jiné diskontinuity vůči směru postupu velkostroje a úhel úklonu vůči horizontální rovině. Zjistilo se, že velmi pozvolné či velmi strmé úhly daného zlomu jsou menším rizikem, méně tam hrozí, že dojde k sesuvu skrývky a že nejrizikovější oblast je někde mezi 41° až 50° stupni. Takto zjištěný parametr se oboduje (obr. 4) a pokračujeme ve vyhodnocování dalších parametrů.



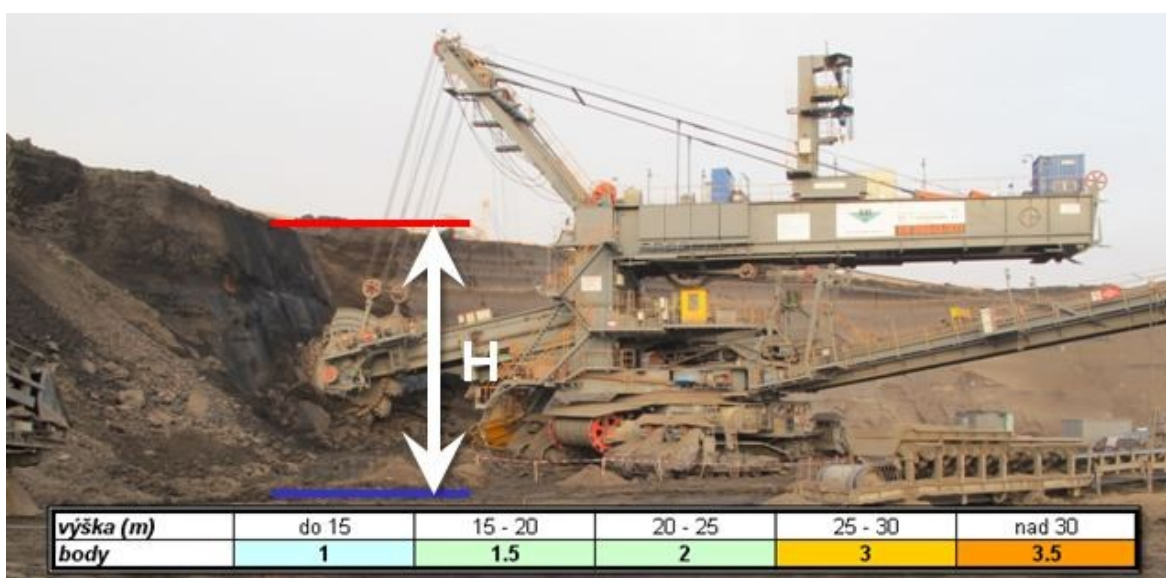
Obr. 3 – Úhel úklonu svahu[8]

Dalším faktorem je jaký směr, nebo jaký úhel svírá plocha, ze které by mohlo dojít k ujetí ve směru postupu stroje. Při vytváření bočního srpku během těžby se ukázalo, že největší riziko vzniká, pokud tato plocha při úklonu ke stroji je víceméně tečna k vytvářenému oblouku (srpku) čili nabyla určitých úhlů, které se měří a vyhodnocují a opět se bodují. Nejhorší je, pokud je tato plocha přímo proti postupu stroje nebo pod úhlem kolem 30°. Právě podobný případ se stal u havárie K 2000 (obr. 4) kde došlo k ujetí bloku, který ztratil svou oporu právě v místě, kde neměl žádné ukotvení ani do svahu ani nikam jinam a došlo k ujetí na přední část kola.



Obr. 4 – Směr zlomu proti postupu stroje. Počítačový model havárie K2000 [8]

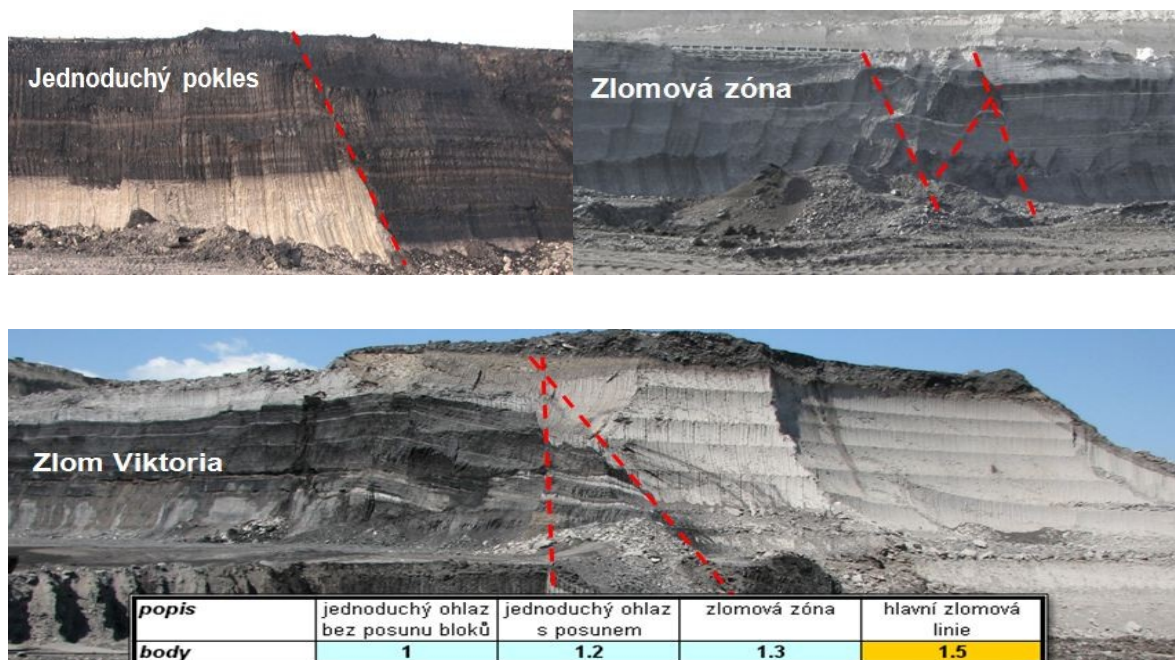
Třetím faktorem je výška řezu (obr. 5), která se také boduje. Tento faktor nám sice neovlivňuje, zdali nám dojde k sesuvu či ne, ale z toho důvodu že s čím větší výšky nám blok zeminy padá, tím jsou horší následky. Takže vyšší řez má samozřejmě vyšší bodování.



Obr. 5 – Výška řezu [8]

Dalším faktorem, ale nejméně ovlivňujícím je jakou formu vyhodnocovaný zlom má (obr. 6). Horší je, pokud těch zlomů je v určitém úseku několik, což je tzv. zlomová zóna,

nebo je pohyb na zlomu velký jako v případě zlomu Viktoria pod jižními svahy, kde pohyb po zlomu ve vertikálním směru je srovnatelný s mocností sloje. Tam se pak při těžbě skrývky dostáváme do situace, že těžíme skrývkový řez a náhle se následkem zlomu dostáváme na uhelnou sloj. Obvyčejně je to spojeno s tím, že ten zlom tam není jenom jeden ale, že je tam kombinace řady dalších různých směrů, což jsou zlomy, které zde působily milióny let a tyto pohyby se po nich opakovaly a došlo tak velkému množství porušení.[7]



Obr. 6 – Typ tektonické poruchy[8]

Stanovení rizikového faktoru se tedy počítá jako součin bodů předcházejících faktorů.

$$\text{RIZIKO} = N1 \cdot N2 \cdot N3 \cdot N4$$

4 až 30 bodů → nízké riziko, geologická struktura v kombinaci s výškou řezu neovlivňuje stabilitu řezu natolik, aby bylo potřeba provádět nějaká zvláštní opatření během těžby.

30 až 90 bodů → střední riziko, geologická struktura je riziková, avšak pro bezpečné zvládnutí je dostatečné upravit technologický postup těžby např. těžba s odstupky, poloha kabiny řidiče výše nad plání.

Více jak 90 bodů → vysoké riziko, je potřeba přijmout opatření již ve stádiu projektování např. změna směru postupu, snížení výšky řezu, provedení trhacích prací před

postupem rýpadla, těžba jinou technologií a následně vyžaduje opatření i během vlastní těžby obdobně jako u středního rizika.

Další rizikové faktory geologického charakteru jsou:

- Těžba proti úklonu vrstev – rozhraní vrstev s odlišnými fyzikálními parametry (písek x jíl, jíl x uhelná sloj) fungují jako přirozené odlučné plochy podobně jako zlomy.
- Zvodnění masivu – neodvodněná písčítá tělesa – vznik průvalů kuřavek a následná destabilizace stropu vznikajících kaveren
- Těžba nad plochami historické hlubinné těžby – nad závalovými plochami vznikají podobné zlomové struktury jako přírodní zlomy + drobné („neviditelné“) puklinové porušení
- Těžba v okolí zlomů rovnoběžných se směrem postupu se obtížně dopředu identifikují, při tom jsou velmi nebezpečné možnosti sesuvu z boční stěny postupu.

Provozní faktory zvyšující riziko sesuvu a jeho případné důsledky jsou:

- Trhací práce – vibrace způsobované trhacími pracemi v okolí rizikové zóny urychlují procesy sesouvání a způsobují porušení masivu
- Zvodnění na plošině řezu – akumulace vody na plošině nad velkostrojem – voda může pronikat na mezivrstevní plochy nebo na plochy zlomů a snižovat tak ještě dále jejich pevnost
- Těžba výsypky – výsypkový materiál má sníženou pevnost, vznikají v něm skluzy po kulovitých odlučných plochách
- Poloha kabiny – při postupu směrem k severu je z hlediska bezpečnosti řidiče příznivější situace, při dohrabávání spodních lávek riziko poškození kabiny výrazně narůstá.

2.5 Vyznačování rizikových zón

Před postupem velkostrojů do oblastí porušených tektonikou se zpracovává pasportizační profil skryvkového řezu jehož součástí je i výřez z digitální mapy s plánovaným postupem velkostroje dle TR. V profilu a mapě jsou zakresleny tektonické poruchy. Ty, které by mohly být pro velkostroj nebezpečné, jsou zvýrazněny a s ohledem na jejich směr i jejich rozsah je v profilu u nich vyznačena „Riziková zóna“. V profilu je rovněž linie DPD. Pasportizační profil se předává do příslušných provozů před zahájením těžby v blízkosti tektonických poruch.

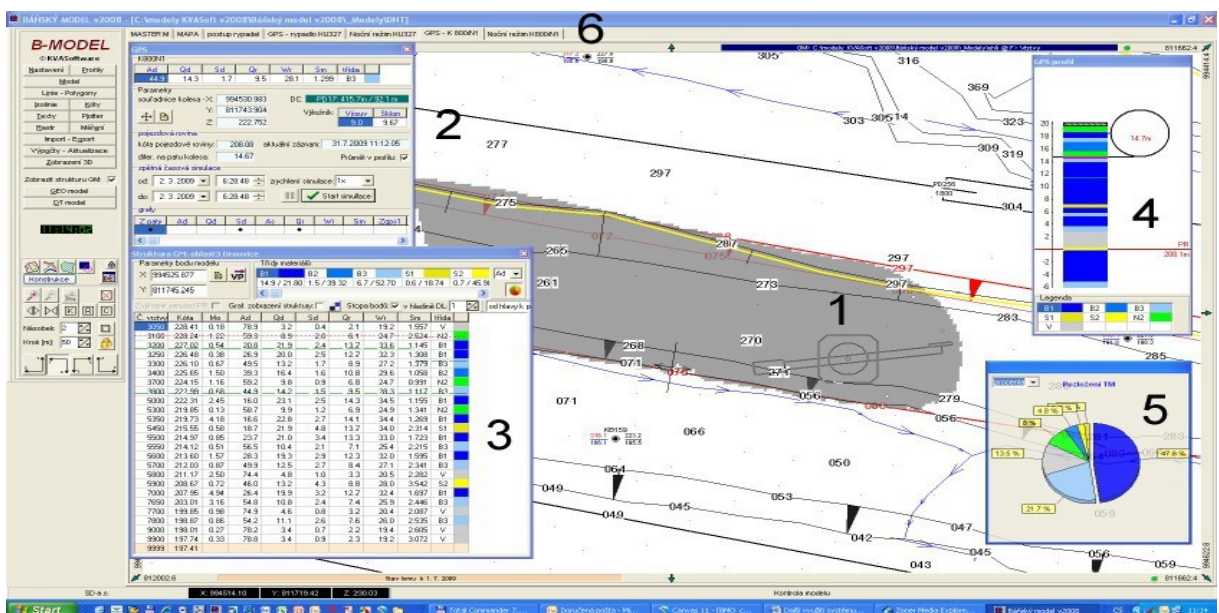
Riziková zóna je spolu s tektonickými poruchami vyznačena v geotechnicko-geologickém profilu skryvkového řezu a v mapě TR. Hodnota rizikovosti zlomu je v GtGP vyznačena modře, směr, úklon a posun bloků ve zlomu je vyznačen červeně. Samotné rizikové zóny jsou na řezu i mapě vyznačeny zeleně. Na hlavě skryvkového řezu je hranice RZ vyznačena pracovníky OMG zelenými kolíky umístěnými ve vzdálenosti max. 20 m od sebe a označí začátek rizikové zóny a konec rizikové zóny. Takto vytyčené RZ jsou protokolárně předány vedoucím provozních úseků v rámci měsíčních režimů.

2.6 Sledování poloh rýpadel

Celý systém sledování poloh rýpadel je založen na umístění přijímačů GPS na těžební technologii. V současné době jsou všechna kolesová rýpadla provozovaná na skrývkových řezech osazena systémem GPS. Tento systém v kombinaci s geologickými profily výrazně posunul vpřed těžbu v rizikových zónách. Aby řidič velkstroje měl detailní znalost, byla i na velkstroje nasazena aparatura GPS. Ta řidiči na monitoru ukáže, kde se na mapě technických režimů nachází koleso velkstroje. Aby přesnost GPS dosáhla hodnot několika centimetrů, musí pracovat s korekcemi.

Tyto korekce se počítají na referenční stanici, která je na budově OMG, tedy několik km od rýpadel. Na rýpadla jsou přenášena pomocí radiomodemů (případně pomocí tzv. GPRS). Provoz celého systému řídí kontrolní jednotka. Poloha středu osy kola je vypočtena ze souřadnic X, Y, Z získaných z GPS přístrojů a údajů snímačů (sklony, otáčky) každých 5 vteřin. Data jsou přenášena pomocí systému GPRS (datový přenos, který zajišťují operátoři mobilních sítí) do budovy sídla odboru měřictví a geologie, kde jsou uložena. Dál s nimi pracuje vyhodnocovací SW (Prognózní model KVAS). [9]

Programy jsou navrženy tak, aby báňští technici mohli sledovat v reálném čase aktuální polohu rýpadla, jeho pohyb a polohu kola ve vertikálním směru vůči schematizovanému uhelnému řezu.

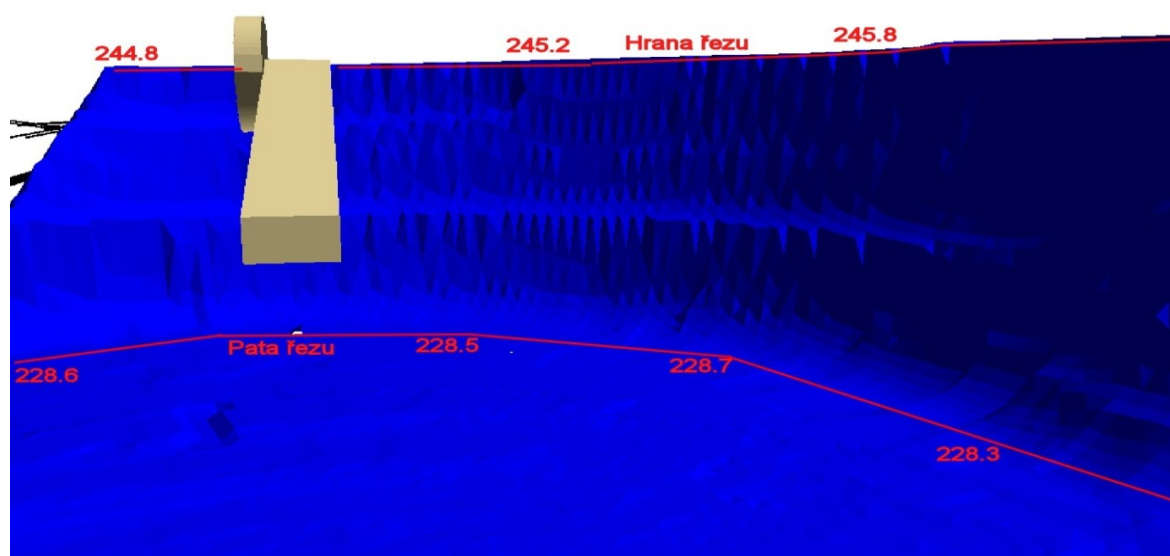


Obr. 7 - Celkový pohled na vizualizaci rýpadla v programu „Báňský model“ [8]

Na obrázku je zobrazen celkový pohled na obrazovku počítače se spuštěnou aplikací sledování GPS. Uprostřed je schematicky zobrazeno rýpadlo. Je-li v provozu je vidět skutečný pohyb kolesového výložníku. Šedou, či jinou kontrastní barvou je vyplněná plocha, označující prostor, kde se kolo během těžby v určitém časovém intervalu pohybovalo – tedy odtěženou oblast. Červené linie znázorňují hranu a patu řezu projektovaného postupu rýpadla v daném měsíci (technický režim).

Program tedy umožňuje sledovat v reálném čase, zda rýpadlo dodržuje plánovaný postup, jestli je v rizikové zóně či jaké jsou předpokládané kvalitativní parametry těženého uhlí (výhřevnost, obsah síry, obsah popela). Podobný program s názvem GPS kabina má řidič velkostroje v kabině. Program umožňuje řidiči velkostroje sledovat svou pozici rýpadla na obrazovce a tím ovlivňovat dodržení plánované geometrie těžebního bloku podle schváleného technického režimu na daný měsíc. Velmi důležité pro zajištění koncepčních záměrů je dodržení stanovené nivelety pracovní pláně rýpadla. Aplikace GPS kabina naplnění báňských záměrů usnadňuje. Řidič velkostroje vidí na obrazovce polohu rýpadla vůči linii navrženého báňského postupu (mapa) a polohu kola ve vertikálním směru vůči sloji a navržené niveletě pracovní pláně rýpadla. Většinou je řidič velkostroje schopen dodržet stanovenou niveletu s přesností do několika dm.

Někdy může být názorné zobrazit situaci těženého bloku trojrozměrně. Možnosti, které měl Báňský model v oblasti 3D zobrazení mohou být plně využity i v aplikaci, která zpřístupnila sledovat v reálném čase aktuální polohu rýpadla, jeho pohyb a polohu kola.



Obr. 8 – Detail postupu velkostroje při těžbě

Detail aktuálního těžebního bloku je vidět na (obr. 8). V programu lze zvýraznit okamžitou polohu hrany a paty řezu a odečíst výšky těchto bodů. Měřický systém pro určování středu osy kola rýpadla v reálném čase osvědčil svoji životaschopnost. Jednou z novinek je i vizuální a zvuková signalizace při přiblížení se kolem do blízkosti RZ. Vývoj dalších programů využívající znalost o poloze kola rýpadla v reálném čase směřuje čím dál více na podporu provozu a systém se tak stává jedním z důležitých nástrojů pro řízení těžby. [9]

3 TYPY VELKOSTROJŮ V RIZIKOVÝCH ZÓNÁCH

Kolesová rýpadla jsou v současnosti nejrozšířenější kontinuálně pracující dobývací stroje na povrchových dolech, sloužící k rozpojování a nakládání hornin ve spojení s pásovou dopravou a zakladačem[10]. Na Dole Bílina je v současnosti nasazeno v provozu 13 rýpadel všech tří technologických celků TC 1, TC 2, TC 3. Z toho je šest skrývkových, sedm uhelných, osm zakladačů a dva skládkové stroje.

V této kapitole popisují ve stručnosti typy velkostrojů těžících v rizikových zónách a dále bude ukázáno na fotografiích, jaké provozní nehody může způsobit těžba v rizikových zónách, a následně popisují dobývání těmito rýpadly v řezu.

K 10 000 – Jediný zástupce TC 3 na povrchových dolech u nás. Výsuvný kolesový výložník je v provedení vcelku se dvěma podvěšenými kolesovými pásy. Zvláštností je tzv. kruhový dopravník řešící dopravní otázku mezi zadním kolesovým pasem a nakládacím pasem. Pohyb rýpadla je zajištěn také ojedinělým hydraulickým systémem kráčení s vnějšími prstenci. Je určeno pro dobývání skrývky s měrným řezným odporem do 90 kN/m.

KU 800 – Nejvíce zastoupené rýpadlo pro těžbu skrývky na DB. Má krácející podvozek složený z obdélníkové centrální desky a dvou hydraulicky ovládaných lyžin. Kolesový výložník je teleskopický. Otočný svršek tvoří deska, do níž je vetknut vyvažovací výložník a kloubově uchycen držící výložník. Je určeno pro dobývání skrývky s měrným řezným odporem do 120 kN/m. Je to zástupce TC 2.

K 2000 – Zástupce TC 2N. Kolesový výložník je jednoduché konstrukce v nevýsuvném provedení a nakládací výložník je řešen jako teleskopický. Ve střední stavbě je umístěn válcový dvourotorový drtič. Pojezd je tvořen šesti housenicemi sdruženými do dvojic, které zajišťují třibodově podepření stroje. Směrové řízení rýpadla při pojezdu je umožněno

dvěma stranově natočitelnými dvojicemi housenic ovládaných společným natáčecím ústrojím. Měrný řezný odpor dosahuje 168 kN/m.

KK 1300 – Vychází z koncepce K 2000, ale nejedná se o kopii, neboť obě rýpadla mají řadu odlišností. Liší se např. v konstrukci spodní stavby, kola a ukotvení rozvodny na vyvažovacím výložníku. Měrný řezný odpor dosahuje 192-219 kN/m.

KU 300S – Nejvíce zastoupené rýpadlo pro těžbu uhlí a smíšených řezů na DB. Zástupce TC 1. Stroj pojíždí na housenicovém podvozku tvořeném třemi dvojicemi housenic, z nichž přední je řiditelná. Zároveň je tato dvojice svisle výsuvná pro zlepšení jízdy na svahu. Má teleskopický kolesový výložník.

K 650 – Další z unikátů na DB je jediné kompaktní rýpadlo v ČR. Kromě výrazně menších rozměrů je charakteristickým rysem kompaktu velký průměr kola poháněného hydromotory. Pro zdvih kolesového a nakládacího výložníku jsou použité hydraulické válce. Pojezd je tvořen dvojicí housenic. Pro zlepšení dosahových parametrů je ve spojení s PV 2 400.1 s dvourotorovým drtičem.



***Obrázek 9-** Pohled na skryvkové řezy ze severních svahů[11]*

3.1 K 10000/K 74

Rýpadlo je nasazeno od roku 1978, těží na 1. skrývkovém řezu. Těžba na tomto řezu je velice obtížné z důvodu odtěžování bývalé Teplické výsypky. Samotný řez taktéž často projevuje známky nestability a tak dochází ke skluzům těženého materiálu do postupu stroje. Poruchy způsobené skluzem byly zatím jen menšího rozsahu, hlavně odstraňování následků skluzu v prostoru kráčení stroje a omezení vstupu osádky na stroj. Díky tomu byly neplánované výpadky v těžbě skrývky.



Obrázek 10- Sesuv řezu v postupu K 10000/ K 74 v oblasti teplické výsypky [12]

3.2 KU 800.17/K105

Rýpadlo je nasazeno od roku 1991, těží na 2. skrývkovém řezu, po celé délce porubní fronty. V závislosti na báňsko-geologických podmínkách na řezu a na dosahových parametrech rýpadla je těžba prováděna v blocích paralelním způsobem buď jednořezovou technologií s výškovým řezem, dvouřezovou technologií s dvěma výškovými nebo jedním výškovým a jedním hloubkovým řezem. V jižní části je řez tvořen písčitým až jílovito-písčitým materiálem v severní části pak tmavými kvádrujícími jíly, které jsou v prvních dvou lávkách zvětralé a ohrožují rýpadlo svým rozpadem.



Obrázek 11 - rozpad 1. lávky bočního svahu KU 800.17/K105 [12]

3.3 KK 1300/K 111

Nový přírůstek do velkostrojového parku Dolů Bílina je na druhém skrývkovém řezu – severní svahy nasazen od roku 2011. Těžba probíhá podél severních svahů, kde jsou zastoupeny převážně jíly, sideritické jíly a v menší míře písčité jíly. Díky těmto zeminám dochází k sesuvům těženého materiálu.



Obrázek 12 - Skluz na první lávce před KK 1300/K111 [12]

3.4 KU 800.18/K 99

V provozu je od roku 1987. Těží na třetím skrývkovém řezu podél severních svahů. I zde jsou zastoupeny převážně jíly, sideritické jíly a v menší míře písčité jíly. Poruchy způsobené skluzy si zatím naštěstí nevyžádali větší opravy, jen poškozené zábradlí, elektrokabeláže a rozvod plastického maziva v prostoru mazání kola.



Obrázek 13 – Rozpad řezu před KU800.18/K 99[12]

3.5 KU800.19/98

Tento stroj je v provozu od roku 1984. Těží na čtvrtém skrývkovém řezu. Jíly, které jsou na tomto řezu, mají náchylnost k vytváření bloků, což se potvrdilo 17. 4. 2010. Došlo zde k rozvolnění řezu a bloky zeminy zasáhly prostor přední části kola. Kabina řidiče byla naštěstí v době nehody v horní poloze, takže nedošlo k žádnému zranění. Porucha si vyžádala několik týdnů oprav a tím i výpadek v těžbě skrývky v řádu 650 000 m³.



Obrázek 14 – Rozvolnění řezu před KU800.19/K 98 [12]

3.6 K 2000.1/K 101

Tento stroj je v současné době provozovaný na pátém skrývkovém řezu. Jedná se o rýpadlo vyrobené v roce 1987 a od svého nasazení je v neustálém provozu na skrývkových řezech. První poruchou, která nastala v roce 1992, po pěti letech provozu byla utržená kabina řidiče. K dalšímu utržení došlo 5. 11. 2007 a nehoda si naštěstí vyžádala jen lehké zranění. V následujících letech však došlo k haváriím, které si vyžádala jak konstrukční úpravy v zavěšení kabiny řidiče, která se posunula o cca 7,5 m tak i k realizaci nouzového ovládání hlavních pohybů velkostroje mimo kabinu řidiče, které si vyžádala mimořádná událost ze dne 10. 05. 2009.

Při těžbě spodní lávky došlo ke skluzu z čelního svahu a došlo k sesunutí bloků těžného materiálu na koleso a posunuly horní stavbu velkostroje o hmotnosti přes 1500 tun z kulové dráhy o 180 mm (obr. 16.). To mohlo způsobit pád horní stavby a tím i k totální destrukci velkostroje. Naštěstí ji udrželo 6 otočových převodovek. Tato nehoda byla první svého druhu, ale i tak si s ní pracovníci z oddělení OPM, poradili. Odstávka způsobená skluzem si vyžádala 19 dní oprav a výpadek v těžbě skrývky přibližně 650 000 m³.



Obrázek 15 – Čelní zavalení kola K 2000.1/K 101[12]



Obrázek 16 – Posunutí kulové dráhy o 180 mm [12]

3.7 KU 300.13/K 71

Rýpadlo je nasazeno od roku 1975, těží na šestém, zpravidla smíšeném řezu v jižní části lomu. Na tomto řezu jsou rýpadla spíše ohrožena bývalou hlubinnou těžbou (obr. 18), ale při postupu k tektonické poruše Viktoria je ohroženo i skluzy. Dne 15. 2. 2011 došlo ke skluzu zeminy a uvolněný blok zasáhl a poškodil především kabinu řidiče (obr. 17) a kolesový výložník. V době havárie bylo rýpadlo svým způsobem nejmodernějším strojem svého typu, jelikož od jeho generální opravy uběhly pouze čtyři měsíce. Ani při této havárii však nebyl nikdo zraněn. Celá oprava včetně dodávky nových dílů a použité techniky stála více jak 3,5 milionu Kč. Stroj byl mimo provoz 37 dnů, což představovalo výpadek těžbě přibližně 100 000 m³.



Obrázek 17 – Poškozená kabina řidiče [12]

3.8 K 650.3/K 108

Tento stroj je nasazen také na šestém smíšeném řezu. Na DB je nasazen od roku 1995. Rýpadlo zatím naštěstí nebylo ohroženo skluzem, ale vlivem těžkých dobývacích podmínek se na ocelové konstrukci začaly objevovat praskliny, které způsobily prasknutí

levého nosníku protizávaží. Pro zvýšení tuhosti byla provedena oprava vetknutí sloupců otočného svršku a nově vyroben a namontován příčník horní stavby.



Obrázek 18 - Kompaktní rýpadlo K 650.3/ K 108 s PV 2 400.1 nad řezem s bývalou hlubinnou těžbou [12]

3.9 Technologie dobývání kolesovým rýpadlem v řezu

Kolesová rýpadla dobývají na porubní frontě v určitém pracovním cyklu prostřednictvím dopravního systému DPD. V rámci tohoto technologického cyklu vytváří kolesové rýpadlo jednu nebo více zátinek na koncích řezu (u pohonné a vratné stanice linky DPD), odtěžuje pracovní bloky po celé délce řezu, překonává neúčinné prostory DPD (přechod přes jednotlivé poháněcí stanice), provádí se přestavba DPD, provádí se přejezdy z řezu na řez (víceřezová technologie) atd. Volba nejoptimálnějšího způsobu technologie dobývání v pracovním řezu je ovlivněna řadou faktorů, z nichž nejvýznamnějšími jsou:

- technické parametry kolesového rýpadla (celková snímací výška, průměr kola, délka kolesového a nakládacího výložníku, druh pojezdu, velikost úhlu natočení kolesového výložníku proti výložníku nakládacímu);

- báňsko-geologické podmínky dobývání (druh rozpojované zeminy, její fyzikálně-mechanické vlastnosti, stejnorodost vrstev, kusovitost zemin, tektonika, tvrdé polohy apod.).

Způsoby dobývání a zakládání na DB:

- dobývání se provádí převážně v bloku
- kolesové rýpadlo provádí lávkování výsuvem kolesa, spouštěním kolesa nebo jejich kombinací
- pro dotěžování lze provádět těžbu pod úrovní pojezdů zpětným pohybem velkostroje – „na raka“(příloha č. 5 - C).
- nakládání se provádí na DPD prostřednictvím násypky nebo drtiče při těžbě hmot o malé kusovitosti lze sypat klapkou velkostroje přímo na DPD zakládání skrývky (odklizu, výklizu) z DPD se provádí pomocí zakladačů.

Na skrývkových řezech lomu Bílina se nejčastěji používá jednořezové až třířezové technologie dobývání. S otázkou umístění technologických zařízení na plošiny skrývkových řezů souvisí i stanovení ochranných pásem při horní hraně a patě svahu, tj. šířky území, které by mohlo být případnými projevy nestability ohroženo. V praxi se užívají různé empirické vztahy pro určení ochranného pásma při horní hraně svahu.

$$\bar{s} = k \cdot h,$$

kde: \bar{s} – šířka ochranného pásma při horní hraně svahu [m]

k – koeficient úměrnosti v rozmezí 0,30 – 0,60

h – výška svahu [m]

Obecně se v našich podmínkách uvádí vztah, podle něhož se šířka ochranného pásma při patě svahu rovná dvěma třetinám výšky svahu. Pokud tedy přijmeme uvedené vztahy, pak abychom na pracovní plošinu mohli umístit technologické zařízení, je nutné, aby plošina měla šířku:

$$Z = 0,3 \cdot h_1 + m + 0,6 \cdot h_2,$$

kde: Z – šířka plošiny [m]

m – nutná manipulační šířka technologického zařízení [m]

h_1 – výška řezu pod plošinou [m]

h_2 – výška řezu nad plošinou [m].

Do manipulační šířky technologického zařízení m zahrnujeme (ve směru od hrany spodního řezu):

obslužnou cestu pro čištění PD	10 m
pasový dopravník vč. rozšíření pro poháněcí stanici	10 m
přístupová a obslužná cesta	10 m
<u>příkop</u>	<u>3 m</u>
celkem min.	33 m [1]

Jednořezová technologie dobývání

Je nejjednodušší a nejběžnější způsob použití kolesových rýpadel. Jak je znázorněno v příloze č. 2, rýpadlo postupuje např. od vratné stanice (VS) k poháněcí stanici (PS), kde vytváří zátinku. Pak je provedena přestavba DPD a rýpadlo bere, další záběr opačným způsobem směrem od PS k VS. Jeli porubní fronta dlouhá, je na řezu několik dopravníků DPD a rýpadlo musí v průběhu odebírání každého záběru překonávat neúčinný prostor poháněcí a vratné stanice DPD.[13]

Dvouřezová technologie dobývání - dvou horních řezů.

Při této technologii odebírá rýpadlo např. 1. horní řez z postavení 1 směrem od PS k VS a nakládá na DPD umístěnou na plošině 2. horního řezu. Po dojetí k vratné stanici je vytvořen sjezd na 2. horní řez, který je současně zátinkou. Po vytvoření sjezdu z 1. na 2 horní řez provádí rýpadlo odtěžení tělesa sjezdu směrem k VS. Pak se naprázdno vrací do postavení 2 a pokračuje v těžbě 2. horního řezu směrem k PS. Pro tento způsob rýpání je nutné, aby oba řezy u poháněcí stanice vykliňovaly na společný horizont (příloha č. 3).[13]

Dvouřezová technologie dobývání - jednoho horního a jednoho spodního řezu.

Při této technologii dobývání odebírá (z postavení 1)1. záběr na horním řezu od PS směrem k VS a nakládá na DPD, která je na plošině horního řezu. Po odebrání 1. záběru horního řezu objíždí rýpadlo VS a vytváří zátinku a sjezd na spodní řez a dále postupuje z postavení 2 směrem od VS k PS. U poháněcí stanice vytváří rýpadlo zátinku 2. záběru spodního řezu a nakládá na odtahový dopravník. Současně je prováděna přestavba DPD. Pak následuje odtěžení 2. záběru spodního řezu (z postavení 3) od PS směrem k VS, kde spodní řez vykliňuje na společný horizont s horním řezem. Po (objetí vratné stanice) přejetí rýpadla na druhou stranu DPD a vytvoření zátinky 2. záběru na horním řezu, postupuje rýpadlo od VS směrem k PS, kde vytvořením zátinky a přestavbou DPD celý cyklus končí (příloha č. 4).Třířezová technologie je v podstatě kombinací předešlých metod.[13]

4 MOŽNOSTI PREDIKCE RIZIKOVÝCH ZÓN

Jak již bylo zmíněno v úvodu, začal se problém s rizikovými zónami víceméně řešit, až po roce 2009 kdy došlo k mimořádné události K 2000.1/K 101 (obr. 15). Bánští specialisté a geotechnici si znovu připomněli, že ani sebelepší inženýrsko - geologický průzkum nemůže odhalit všechny detaily stavby horninového prostředí v řezu a hlavně složitost těžby v oblasti tektonických poruch a ukloněných vrstev a měli oprávněné obavy z vlivu stabilitních poměrů na bezpečnost a ekonomiku těžby.

Stabilita je také výrazně ovlivněná tektonikou a hydrogeologickými poměry i rozsahem srážkové činnosti. Proto stabilitní posouzení a návrh sklonu generelních i dílčích svahů (kapitola 2.2) je nutno brát „jen“ jako prvotní i když velmi důležité vodítko pro návrh a realizaci báňské činnosti.

Monitoring pak zajišťuje jakousi „zpětnou vazbu“ a kontrolu návrhu. Staronovým cílem inženýrsko-geologických a hydrogeologických prací začalo být ještě větší upřesnění znalostí horninového prostředí v zájmovém území a monitorování oblastí se zvýšeným nebezpečím vzniku nestability svahů převážně s anomálními geologickými poměry.

Tektonické porušení masivu

Tato porušení lze částečně odhalit vrtným průzkumem, měřit a poměrně dobře předpovídat jejich další vývoj v masivu před postupem rýpadla.

Zvýšený úklon vrstev

Vzniká v různě dlouhém období po vzniku původně horizontálně uložených vrstev stlačováním níže ležících starších vrstev vahou nových usazenin, prohýbáním zemské kůry v okolí velkých tektonických zlomů a dalšími procesy. Dá se poměrně dobře dokumentovat ve vrtech, měřit v terénu a předpovídat jeho vývoj v těženém bloku.

Synsedimentární deformace – růstové zlomy a diapiry

Vznikají již během usazování jednotlivých vrstev fyzikálně odlišného materiálu (písek x jíl, nebo písek a jíl x rašelina) jejich plastickou až poloplastickou deformací. Často je doprovází zvýšený a proměnlivý úklon vrstev, zvrásnění vrstev, výskyt zvodnění a pískovce. Průběh těchto porušení není rovinný, často je spíše elipsoidální až velmi nepravidelný (diapiry), jejich sledování a předpovídání dalšího průběhu je velmi obtížné.[7]

Z těchto důvodů se začalo pracovat na větší síti pozorovacích inklinometrických vrtů, které slouží ke sledování případných deformací v hloubce masivu, monitorování bezjádrového vrtání, dále odvodňovací vrty, které slouží především k odvodňování území s nebezpečím skluzů neboť na predisponovaných skluzných plochách, puklinách či jinak porušeném řezu se vážou větší či menší přítoky vody, které snižují hodnoty smykové soudržnosti a úhlu vnitřního tření a napomáhají tak ke snížení stability řezu. V následujících odstavcích je popsán současný monitoring na skrývkových řezech, jenž je kombinací výše uvedených metod.

4.1 Měření pomocí inklinometrických vrtů

Pro sledování posunů v určité hloubce pod povrchem je využívána metoda přesné inklinometrie. Měření probíhá ve vrtu, který je vystrojen speciální drážkovanou pažnicí o průměru 76 mm (obr. 19). Dno vrtu by mělo být ukotveno v pevné hornině (referenční hloubka). Do takto vystrojeného vrtu se spustí tyčovitá sonda až na dno vrtu a potom se po určitých intervalech (0,5 m, 1 m) vytahuje nahoru. Je registrována odchylka od svislice. Při prvním měření dojde k zaměření průběh vrtu v klidovém stavu.

Pokud vzniká kluzná plocha tak způsobuje prohnutí pažnice a sonda může zjistit jak její hloubku, tak i velikost deformace. Pro měření je používána vertikální inklinometrická souprava firmy GLÖTZL - typ NMG 30/2. Rozlišovací schopnost aparatury je 0,0001 sinu úhlu odklonu od svislice. Při délce úseku 0,5 m je minimální aparaturou registrovaná odchylka od svislice $0,0001 \times 500 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$ na jeden krok měření. Nepřesnosti při měření však mohou vznikat:

- vedením sondy v nekvalitně drážkované pažnici,
- inklinometrická pažnice může být natolik deformována, že při protahování dře tělo sondy o pažnici, potom vodící kolečka nemusí vždy přesně dosedat do drážek, tím dochází ke změně polohy sondy vůči předcházejícím měřením s následnou nepřesností při vyhodnocování,
- nejsou výjimkou poruchy náklonoměrných snímačů.

Jelikož jsou tyto vrty umístěny na skrývkových řezech v předpolí velkostrojů a musí být vyznačeny na mapách TR, tak je nutné při postupu velkostrojů tyto vrty kolesem „šetrně“ ohrabat a geotechnici provedou zkrácení vrtu a provedou nové zhlaví vrtu.

Bohužel je někdy vrt nahrábnut tak nešťastně, že dojde k jeho vytažení a tím i znehodnocení. V tom případě se musí zřídit vrt nový.



Obrázek 19 – Opravené zhlaví inklinometrického vrtu na 2A řezu [11]

4.2 Monitorování bezjádrového vrtání

Bezjádrový vrtný průzkum se provádí formou vrtných prací prováděných pomocí bezjádrové vrtné soupravy se vzduchovým výplachem se snímáním vrtných charakteristik. Tato metoda spočívá v průběžném snímání a zaznamenávání základních parametrů provozu vrtné soupravy jako jsou velikost přítlaku, krouticí moment, rychlosti otáčení vrtné kolony a rychlost jejího postupu do monitorované horniny, a jejich následném vyhodnocení speciálním programem na řídicí jednotce „TRACK“ od firmy PARTNERmb, s.r.o. Metoda umožňuje důkladně zahustit vrtnou síť, takže získaná informace pak obsahuje veškeré vertikální přechody mezi vrstvami a umožňuje zachytit například boční vyklínování a postupné změny mocnosti vrstev i tektonické poruchy.

Metoda má samozřejmě i své nevýhody. Nedostaneme se hlouběji než 50 m a nelze ji například kalibrovat tak, aby se na určitém místě dal zpracovat a interpretovat pouhý jeden vrt. Vždy musí existovat návaznost skupiny vrtů (profilu) na existující jádrový vrt nebo stěnu řezu, jinak může dojít k mylné interpretaci křivek. V dané skupině vrtů se musí bedlivě dodržovat konstantní vrtný režim, jakékoli změny a výkyvy mají vliv na následnou interpretaci záznamu. Vrtný průzkum sice přináší přesné geologické informace o stavu v celém spektru hloubek vrtu, ale nelze z hlediska ceny vrtat tak hustě jak by to bylo v

mnoha případech potřebné, tzn., není tak dostatečně přesně prozkoumána situace v celé zájmové ploše.

4.3 Odvodňovací vrty

Snížování hladiny podzemní vody a jejich průniků do prostoru lomu a řezů velkostrojů, je zajišťováno provozováním stávajících a realizací nových odvodňovacích vrtů. To, do jaké míry je úspěšné odčerpání podzemních vod před postupem lomu či postupem velkostroje, se projevuje především na úrovni 3. a 4. skrývkového řezu, kde nejvíce dochází k výronům vod z řezu.

Zprovoznění odvodňovacích vrtů, z nichž některé jsou plánované jako vrty svodové, což představuje propojení vodního kolektoru s prostorem starých důlních děl, kam se pak vody samospádem odvádějí, a to nejlépe po celou dobu existence vodního kolektoru. Pokud to technický stav vrtu a jeho předešlá vydatnost dovolí, je snaha a také se to daří, - některé postupem lomu dotčené vrty pročistit a zprovoznit čerpání z nich na úrovni pracovních plánů (např. vrt G5 na úrovni hloubkového řezu K 10 000/ K74).

4.4 Návrh monitorování skrývkových řezů

Laserové skenování a georadar

Laserové skenování je technologie umožňující zaměření velkého množství bodů v minimálním rozestupu za krátkou dobu observace (100 000 bodů za sekundu). Tímto způsobem se přenesení terén do počítače, vznikne tzv. digitální model terénu s vysokou hustotou zaměřených bodů, které tvoří tzv. mračno bodů, které je možno dále zpracovávat, identifikovat a vektorizovat z něj potřebné hrany, linie, profily i celé trojrozměrné objekty bez nutnosti jejich podrobného měření v terénu klasickými metodami.

Za den by bylo možné s laserovým skenerem udělat práci, která by běžnými geodetickými metodami trvala měsíce. Auto, na němž je skener umístěn, by projíždělo po řezu, statisíce laserových paprsků jsou každou vteřinu vysílány do okolí a odrážejí se zpět. Výsledkem je přesný trojrozměrný obraz řezu až do vzdálenosti několika set metrů od vozu. Laser snímá kompletní povrch a vyhodnocuje každý jeho bod. Díky tomu by se mohlo ušetřit velké množství peněz na vrtných pracích. Například všechny skrývkové řezy by se s mobilním laserovým skenerem změřili za jeden den, zatímco běžnými metodami by to měřičům trvalo podstatně déle. Výhody této moderní technologie je hlavně v tom, že dokáže prakticky rychlostí, jakou jede vozidlo se skenerem, monitorovat najednou celou

řadu důležitých parametrů řezu. Mohli bychom v horizontu několika hodin nasnímat skrývkové řezy a výsledek zkombinovat třeba s DMT a zjistit tak rozdíly. Mobilní laserový skener funguje tak, že přístroje umístěné na vozidle vysílají do okolí statisíce pulzů laserových paprsků za vteřinu, které se odrážejí zpět. Tím se zaznamenává vzdálenost mezi autem a povrchem, od něhož se paprsek odrazil, a v paměti počítače uvnitř vozu se tak postupně ukládá síť bodů, která vytváří trojrozměrný obraz okolí. Intenzita laserových paprsků není tak vysoká, aby mohla jakkoli poškodit zdraví lidí, a přesto dokáže poskytnout velmi přesný obraz objektů až do vzdálenosti dvou set metrů.

Na vozidle jsou dva přijímače GPS, snímač otáček kol vozu a v inerciální jednotce jsou umístěny tři gyroskopy a tři akcelerometry, což umožňuje přesně určit polohu a orientaci vozidla v reálném čase a současně zajišťuje, aby kvalitu měření neovlivňovaly otřesy při jízdě. Tato technologie je relativně nová. Používán je systém Lynx kanadské firmy Optech, která spolupracuje i s Pentagonem nebo NASA. Po světě jezdí zhruba jen dvě desítky takových vozů. Jejich cena totiž není malá - činí v přepočtu asi 25 milionů korun. Vyšší náklady jsou potom nutné také na zpracování získaných dat.

Zajímavé možnosti nabízí spojení laserového skenování s další moderní technologií - s georadary. Ty vysílají elektromagnetické vlnění, které se pak od různých materiálů odráží s různou silou zpět. Tím vzniká obraz vnitřní struktury řezu, na kterém jsou pak patrné i ty poruchy, které se na povrchu zatím neobjevily. Stejně jako laserový skener může být georadar umístěn na autě, a kontrolovat řez za jízdy. Laser tedy ukáže poruchy na povrchu řezu a georadar zase například změny v podloží.[14]



Obrázek 20. - Laserový skener na korbě vozidla a vnitřek s výpočetní technikou[14]

5 NÁVRH TĚŽBY V RIZIKOVÝCH ZÓNÁCH

Dobývání velkostroji v blízkosti tektonických linií (poruch) při těžbě skrývky či uhlí, v blízkosti zlomů, hrástí či nevhodně ukloněných vrstev je vždy spojeno s narušením stratigrafických vrstev. V praxi bývají dolová pole rozdělena právě podle tektoniky. Po ploše diskontinuity dochází k výronu srážkových nebo spodních vod. Největším nebezpečím jsou hmoty situované ve vyšších polohách řezů a zároveň v blízkosti tektoniky.

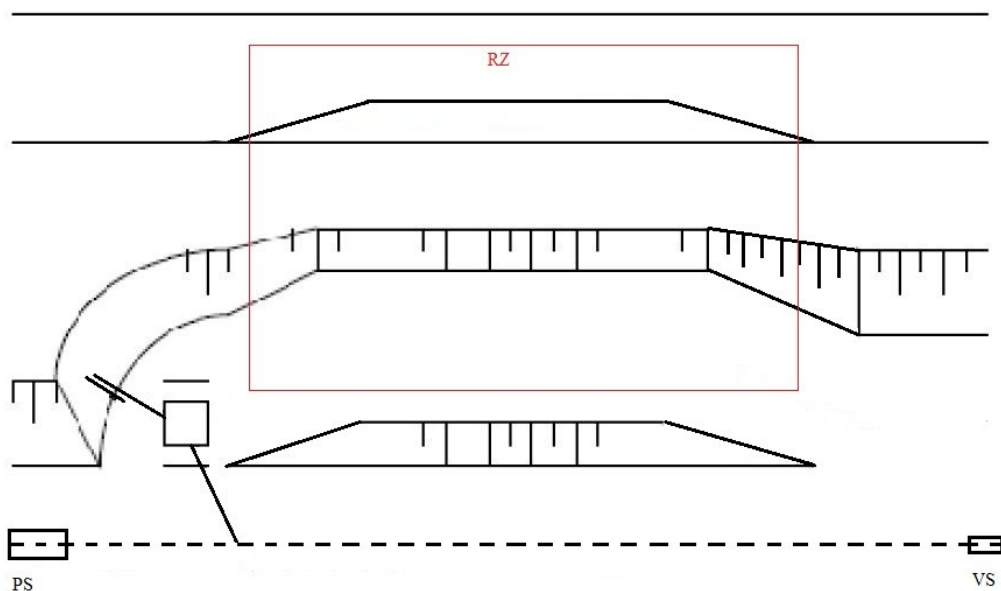
V blízkosti hlavní tektoniky vznikla vždy doprovodná mikrotektonika a i ona napomáhá k vyjetí materiálu z řezu. Rýpadlo by nikdy nemělo stát na rozhraní tektoniky a mělo by na ni najíždět tak, aby na něj nemohly vypadnout skrývkové bloky. Nemusí se však vždy jednat o tektoniku. Někdy stačí těžbou podtrhnout uklonění vrstvy a může vyjet blok po podloží nebo po ukloněném proplástku.

Návrh na postup těžby vychází z toho, že tektonické poruchy či nevhodně ukloněné vrstvy nejsou rozmístěny po celé délce skrývkových řezů. Jedním z předpokladů pro využívání maximálních dosahových parametrů rýpadel, je těžba vyšších řezů. Těžbou vyšších řezů se snižují časové ztráty, které jsou způsobené přestavbami DPD. Aby se nemusela snížit výška řezu v celé porubní frontě, je tedy nutno snížit výšku v dobývané části řezu po dobu těžby v rizikové zóně.

5.1 Realizace návrhu těžby v RZ

Způsob těžby je např. jako v případě jednořezové technologie od vratné stanice k poháněcí stanici. Postupem se rýpadlo dostává do blízkosti rizikové zóny, která je vyznačena v technickém režimu pro příslušný velkostroj. V dostatečné vzdálenosti (dle parametrů maximálního stoupání rýpadla) se v předstihu začne vytvářet výjezd, tak aby v rizikové zóně na určené výšce byl jednotný řez rozdělen na dva dílčí řezy o výškách h_1 a h_2 . Výška h_1 takto vytvořeného řezu bude stanovena dle měření rizika techniky OMG, především z charakteru zlomové plochy, úhlu úklonu zlomu, z orientace směru zlomu ke směru postupu velkostroje a z výšky řezu (kapitola 2.4) a dosahových parametrů stroje. Z hlediska zajištění stability řezu dojde takto vytvořenou bermou k posílení patní části řezu v rizikové zóně a tím i ke zlepšení bezpečnosti při těžbě. Tento způsob těžby lze aplikovat v jakékoli části porubní fronty v řezu i v případě vytváření zátinek u PS či VS.

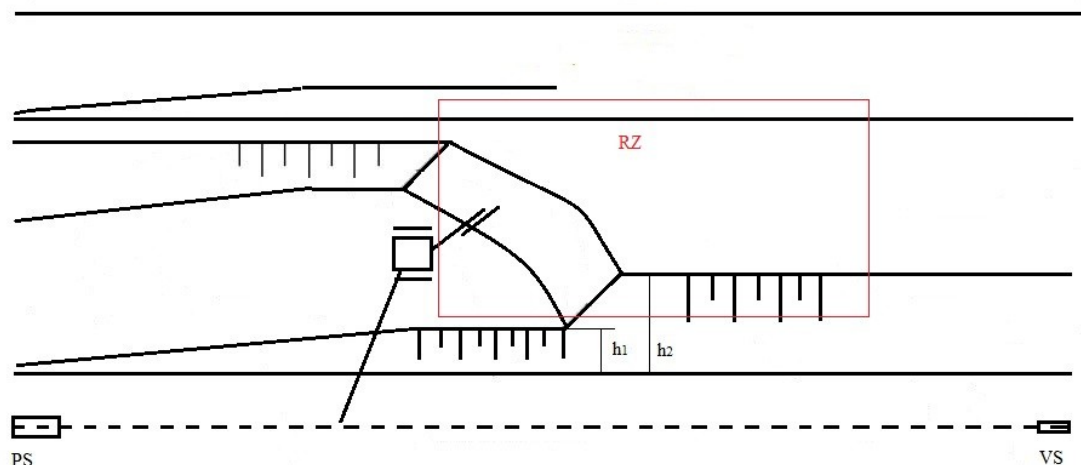
Např. velkostroj KK 1300 bude těžit výškový řez o výšce 30 m. Technici z OMG dle konkrétní rizikové zóny stanoví minimální výšku bermy 5 m. Maximální stoupaní rýpadla je při těžbě 5,6 %. To znamená, že na 100 m vystoupá o 5,6 metru což je dle OMG dostačující, přičemž se sníží celková výška dobývaného řezu na 24,4 m. Takto snížený řez se rozdělí do čtyř horizontálních lávek do mocnosti 6 m, kde rýpadlo již odtěží vrchní lávku klasicky na maximální dosah s postupem až k patě řezu a čelní svah vytvoří ve sklonu cca 45°. Při těžbě na takto vytvořené bermě pokračuje až na konec rizikové zóny. Po skončení těžby v RZ může rýpadlo zase postupně sestoupat na původní pracovní plošinu a pokračovat v těžbě s tím, že vzniklou vyvýšenou bermu odtěží při zpáteční těžbě od PS k VS, nebo ji odtěží hned čímž, však dojde k tomu, že po dotěžení takto vzniklé bermy bude rýpadlo muset kráčet do nového postavení naprázdno (obr. 21).



Obr. 21 – Těžba v RZ postup č. 1[15]

Druhá možnost je ta, že rýpadlo odkráčí na počátek stoupaní a následně bermu odtěží, a pokračuje v normální těžbě dle TR. I zde však dochází k menším časovým ztrátám při odkračování stroje (obr. 22). Tyto prostoje jsou však nesrovnatelně nižší (zaleží na druhu podvozku rýpadla a stavu pláně – např. kráčivý podvozek KU 800 má rychlost kráčení 3m/min a rychlost pojezdu KK 1300 je 2,5 – 10 m/min) než u přestavby byť jen jediné sekce DPD (např. zatím nejdelší nově postavený pásový dopravník na DB má 1445 m) trvá i několik dní. Druhý uvedený způsob je úspěšně využíván na DB při těžbě

s výskytem velmi pevných poloh kdy se pevná poloha nachází ve spodní části řezu. Pro těžbu v RZ je dle mého názoru více než vhodný.



Obr. 22 – Těžba v RZ postup č. 2[15]

Uvedenými způsoby je možno snížit v těchto zónách riziko ohrožení na přijatelnou mez tím že se faktor rizikovosti výšky zmenší, čímž se bodové hodnocení (kapitola 2.4) také sníží a tím i stupeň rizikovosti dané poruchy vůči postupu velkostroje klesne. Ale ani tyto postupy nemůžou úplně eliminovat případné skluzy či jiné projevy nestability. Další z možností na udržení bezpečnosti při těžbě v těchto zónách v co největší možné míře je dále kombinací základních a doplňkových preventivních technických opatření které je nutno dodržovat.

5.2 Základní opatření na skrývkových řezech

Jsou to opatření, která je nutno realizovat vždy, kdy se velkostroje dostanou do rizikových zón a platí s podmínkou přísného dodržování technologické kázně a respektování hlavních zásad bezpečnosti. Protože jsou skluzy zemin v operativní části havarijního plánu, jako předvídatelné havárie musí platit především:

- Osádky velkostrojů, případně jiných mobilních zařízení ohrožených skluzem zeminy, musí provést taková okamžitá opatření, aby nedošlo k poškození techniky. Tato opatření

provádět pouze v případě, kdy nedojde k ohrožení životů nebo zdraví lidí či nekontrolovatelnému poškození techniky. V případě, že stabilitu stroje nelze zajistit, okamžitě opustit velkostroj či jiné ohrožené zařízení a vzdálit se na bezpečné místo. Za kompletnost osádky vzdalující se z velkostroje odpovídá řidič velkostroje. [16]

- před postupem velkostrojů do oblastí porušených tektonikou zpracovat pasportizační profil skryvkového řezu jehož součástí bude i výřez z digitální mapy s plánovaným postupem velkostroje dle TR. V profilu a mapě musí být zakresleny tektonické poruchy. Ty, které by mohly být pro velkostroj nebezpečné, budou zvýrazněny a s ohledem na jejich směr i jejich rozsah bude v profilu u nich vyznačena riziková zóna. [16]
- pravidelně sledovat vznikající projevy nestability v předpolí horní hrany řezu (tahové trhliny),
- dbát na důsledné odvodňování předpolí skryvkového řezu,
- sledovat narušení horninového svahu plochami mechanických diskontinuit, věnovat zvýšenou pozornost v místech narušení koruny svahu bývalými odvodňovacími příkopy, dodržovat ochranná pásma (kapitola 3.9)
- Řidič rýpadla musí běžně pozorovat nejen těženou lávku, ale i ústupek a zjišťovat příznaky nebezpečí ujetí zeminy. Takovými příznaky bývá: tvoření trhlin, náhlý výskyt vody, vypadávání zeminy z řezu apod.
- otočení kolesového výložníku od svahu při odstávkách,
- po projetí záběru se nevracet pro případné sesuté zeminy za rýpadlem,
- po dobu těžby velkostrojů v rizikových zónách zakázat pohyb osob, strojů DDM a vozidel v prostoru mezi čelním a bočním svahem výškového řezu a hlavní stavbou velkostroje.
- nezbytné pracovní úkony (čištění, kontrola, opravy v tomto prostoru, nebo úprava pláň apod. provádět za stálého dozoru řidiče velkostroje, nebo jím pověřeného člena osádky.
- dozor provádět z bezpečného místa, zaručující přehled části řezu, která představuje možné ohrožení osob a strojů při provádění nezbytných činností. Před zahájením prací musí být dohodnut způsob varování a stanoveny únikové cesty pro případ projevů nestability řezu. [16]
- hlídat situaci při těžbě nejnižších lávek ve stěnách před rýpadlem a na straně kabiny (společný prvek všech havárií)
- nezatěžovat korunu svahu v RZ např. zakládáním autovýšek

- zvážit, případně v předstihu realizovat trhací práce (řízené spuštění nebezpečného bloku)

5.3 Doplnková preventivní opatření

Zde, se jedná o opatření nepravidelná, která se týkají hlavě velkostroje K 10 000 při těžbě v oblasti teplické výsypky v jižní části 1. řezu, kde převažující hmota výsypky je písčito – jílovitá, místy vlhká až plastická a často může nečekaně vytékat z řezu (obr. 10).

- po dobu těžby velkostroje K 10 000 v nestabilních partiích teplické výsypky 1. skryvkového řezu používat ke vstupu na velkostroj pouze upravené schodiště u panelu hydraulického rozvodu P6/1. Vstup je tvořen stávající pochůznou lávkou opatřenou sklopným žebříkem, která doposud poskytovala přístup k panelu hydraulického rozvodu P6/1.

Tato lávka je doplněna pevným schodištěm, které zajišťuje výstup na horní část spodní stavby. Schodiště je zakončeno plošinou ohraničenou okopovým plechem. Schodiště i plošina jsou vybaveny odnímatelným zábradlím. Před zvýšenou úrovní horní části spodní stavby je umístěn odnímatelný schod.

- další podmínkou pro použití tohoto vstupu na stroj je zastavení kruhového dopravníku a použití nejkratší možné cesty z výstupního schodiště na otočnou plošinu. Zastavení kruhového dopravníku provede na požádání řidič velkostroje. Za tímto účelem je vstup vybaven dorozumívacím zařízením.

Před zahájením manipulace se strojem, při které dochází ke změně polohy shrnovacího vozíku, řidič velkostroje určí člena osádky, který sejme odnímatelné zábradlí a mezi-úrovňový schůdek tak, aby nemohlo dojít ke kolizi těchto částí se shrnovacím vozíkem. Tato činnost bude prováděna v souladu s obecně platnými pravidly pro práci ve výškách a nad volnou hloubkou. Po skončení manipulace se vstup uvede do původního stavu. [17]

ZÁVĚR

Účelem této diplomové práce bylo stanovit postup velkostrojů v rizikových zónách na Dole Bílina. V kapitole č. 5 jsou navrženy postupy v těžbě tak, aby se stupeň rizikivosti snížit na bezpečné hodnoty a těžbou v rizikových zónách bylo ohrožení strojů a osádky minimalizováno.

Způsob navrhování použitých metod lze využít například i na další lokality v severočeské hnědouhelné pánvi, ve kterých lze očekávat podobné geologické poměry. Dále je v diplomové práci uveden návrh geotechnického monitoringu na skrývkových řezech.

Pomocí laserového skenování a georadaru by mohl být rychle a přesně zmapován stav skrývkových řezů a včas zjistit ohrožení bezpečnosti pracovníků a provozu. Jeho pořízení je však velmi nákladné a v době, kdy je vedení Dolů Bílina nuceno na straně jedné snižovat náklady na provoz a na straně druhé nuceno zvyšovat těžbu uhlí, je investice v řádu desítek miliónu asi nereálná.

Dobývání skrývkových řezů je prováděno složitou technologií náročnou na obsluhu, což v kombinaci s podmínkami, ve kterých je prováděno, dává tušit obrovské množství rizik ohrožení lidí, technologie i ekonomických výsledků.

Díky značným rozměrům denně těžených bloků ve srovnání s rozměry některých rizikových faktorů však nejsou možnosti předpovědi a lokalizace rizikových faktorů neomezené a tedy ani vytvářené podklady a monitoring nemusí zachycovat 100 % rizikových jevů, proto je potřeba neustále vyhodnocovat stav masivu v okolí rýpadla a postupovat dále dle kapitol 5.2 a 5.3.

Seznam použité literatury

- [1] POPD dolu Bílina na období let 2010 – 2030. - *N – Projekt, 07/2010.*
- [2] Havlena, V.: *Geologie uhelných ložisek. 1., 2. díl*, 342 stran 1963
- [3] LUXA, J. *Doly Bílina, Z historie hornictví k současnosti dolování na Bílinsku.*
- [4] ČESKÝ BÁŇSKÝ ÚŘAD. *Vyhláška č. 26/1989 Sb.* Praha (Praha, ČSSR): český báňský úřad, 1989. Vyhláška českého báňského úřadu ze dne 29. prosince 1988 č. 26/1989 Sb. o bezpečnosti a ochranu zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu.
- [5] BORŠI, M.:*Stanovení generálních sklonů a stabilitních řešení skrývkových svahů a: Báňské projekty Teplice*, a. s. 2009.
- [6] GEOTEC-GS, a. s. *Závěrečná zpráva o posouzení stabilitních řešení skrývkových svahů pro Doly Bílina.* Praha: GeoTec-GS, a. s. 2009.
- [7] Ústní konzultace, Ing. Mach, K. Ph.D, 10. 4. 2013
- [8] Fotografie z archívu OMG
- [9] BÍLÝ, Ivan: GPS v podmínkách Dolů Bílina, Hornické listy, Bílina 2010
- [10] HELEBRANT, F. A kol: *Povrchové dobývací stroje I.* (1. a 2. část). Skripta VŠB-TU Ostrava 1993, 460 s., ISBN 80 - 7078 - 168 – 8
- [11] Foto PILNÝ, V.:jaro 2013
- [12] Foto z archívu OPM
- [13] Technická dokumentace K2000 část strojní 1 - PRODECO,a.s 2005, 210 s.
- [14] http://www.tyden.cz/rubriky/auta/laserovy-skener-a-georadar_198660.html
- [15] PILNÝ, V.: *Program malování Windows* 2007
- [16] OVRŠ SD a.s. Těžba v oblasti tektonických poruch na lomu Bílina č. 69/2009
- [17] OZL - Opatření pro těžbu velkostroje K10 000/K74 v oblasti teplické výsypky č. 53/2012

Seznam obrázků

Obrázek č. 1	reálný geologický řez tělesem bílinské delty
Obrázek č. 2	zobrazení zlomu s číslem rizika na mapě GtGP
Obrázek č. 3	úhel úklonu svahu
Obrázek č. 4	směr zlomu proti postupu stroje
Obrázek č. 5	výška řezu
Obrázek č. 6	typ tektonické poruchy
Obrázek č. 7	celkový pohled na vizualizaci rýpadla v programu Báňský model
Obrázek č. 8	detail postupu velkostroje při těžbě
Obrázek č. 9	pohled na skrývkové řezy ze severních svahů
Obrázek č. 10	sesuv řezu v postupu K 10000/ K 74 v oblasti teplické výsypky
Obrázek č. 11	rozpad 1. Lávky bočního svahu KU 800.17/K105
Obrázek č. 12	skluz na první lávce před KK 1300/K111
Obrázek č. 13	rozpad řezu před KU800.18/K 99
Obrázek č. 14	rozvolnění řezu před KU800.19/K 98
Obrázek č. 15	čelní zavalení kola K 2000.1/K 101
Obrázek č. 16	Posunutí kulové dráhy o 180 mm
Obrázek č. 17	Poškozená kabina řidiče
Obrázek č. 18	Kompaktní rýpadlo K 650.3/ K 108 s PV 2 400.1 nad řezem s bývalou hlubinnou těžbou
Obrázek č. 19	Opravené zhlaví inklinometrického vrtu na 2A řezu
Obrázek č. 20	Laserový scanner na korbě vozidla a vnitřek s výpočetní technikou
Obrázek č. 21	těžba v RZ postup č. 1
Obrázek č. 22	těžba v RZ postup č. 2

Seznam tabulek

Tabulka č. 1	Závislost sklonu svahu na jeho výšce pro 1. řez tvořený libkovickými vrstvami
Tabulka č. 2	Závislost sklonu svahu na jeho výšce pro 1. řez tvořený Teplickou výsypkou
Tabulka č. 3	Závislost sklonu svahu na jeho výšce pro jednotlivé spodnější řezy 2 až 6

Seznam příloh

Příloha č. 1	Letecký snímek lomu Bílina [8]
Příloha č. 2	Jednořezová technologie dobývání [13]
Příloha č. 3	Dvouřezová technologie dobývání - dvou horních řezů [13]
Příloha č. 4	Dvouřezová technologie dobývání - jednoho horního a jednoho spodního řezu [13]
Příloha č. 5	Způsoby použití rýpadel v řezu [12]
Příloha č. 6	Výřez z mapy GtGP [8]
Příloha č. 7	Vysvětlivky k výřezu z mapy GtGP [8]